

Panu Kallio

KNX-JÄRJESTELMÄN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO OMAKOTITALOON

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 22.4.2014
Tekijä(t) Panu Kallio		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma
Nimeke KNX-järjestelmän asennus ja käyttöönotto omakotitaloon		
Tiivistelmä <p>Työn toimeksiantajana ja työkohteen sähköurakoitsijana toimi Lappeenrannan Valovoima Oy. Työn tavoitteena oli toteuttaa KNX-järjestelmän asennus ja käyttöönotto omakotitaloon. Kohteessa oli valmiit sähkösuunnitelmat, mutta runsaiden asiakkaasta johtuvien muutosten vuoksi, suunnitelmiin tuli merkittäviä muutoksia. Tavoitteenani oli saada KNX-ohjausjärjestelmä valmiiksi koko kohteeseen, mutta edellä mainituista muutoksista johtuen, sain varsinaisen asuinkerroksen ohjausväylän toimintakuntoon.</p> <p>KNX-järjestelmä on erittäin monipuolinen ja mielenkiintoinen kiinteistöohjausjärjestelmä. KNX-väylän kantavana ideana on yhdistää kiinteistön kaikki sähköiset ohjausjärjestelmät keskenään, eli saada valaistus, lämmitys, ilmanvaihto, valvonta ja hälytykset keskustelemaan keskenään. Tämän ansiosta kohteesta saadaan energiatehokas. Lisäksi se tuo kohteeseen turvallisuutta, joustavuutta sekä energiatarpeen minimointia.</p> <p>Tilaajaan runsaista muutoksista johtuen työt edistyivät alkuvaiheessa hitaasti. Järjestelmän käyttöönottoaminen ja ohjelmointityö onnistui hyvin ja ilman suurempia vastoin käymisiä. Onnistuin mielestäni sekä asiakkaan mielestä kohtuullisesti järjestelmän ohjelmoinnissa ja käyttöönotossa. Tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen.</p>		
Asiasanat (avainsanat) rakennusautomaatio, ohjausjärjestelmät, ohjelmointi		
Sivumäärä 29 + 11	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Valovoima Oy

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 22.4.2014
Author(s) Panu Kallio		Degree programme and option Electrical engineering
Name of the bachelor's thesis The installation and introduction of the KNX-system in a detached house		
Abstract <p>The job was ordered and executed by Lappeenranta Valovoima Oy. The aim of the assignment was to install the KNX-controlling system to a family house. The house already had electrical plans for this project, however the plans had to be changed many times due to customer's wishes. The original plan was to get the KNX-controlling system working in the entire house but, because of the changes mentioned earlier, the system was adopted to the residential floor.</p> <p>The KNX-controlling system is a very versatile and complex property management system which main idea is to get all the electrical systems of the house linked together. Meaning that the lighting, heating, ventilation and security control are programmed to communicate together. This helps to make the property more energy efficient and ads security and flexibility to everyday use.</p> <p>At the beginning of the project the work was not coming along at the desired speed, due to many changes coming from the customer's side. The introduction and programming of the system came along well and no major setbacks occurred. In both mine and the customer's opinion the plan was programmed and introduced well. The customer was pleased with the outcome.</p>		
Subject headings, (keywords) building automation system, controlling system, programming		
Pages 29 + 11	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by Valovoima Oy

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KNX-JÄRJESTELMÄ.....	2
2.1	Standardi	2
2.2	Toimintaperiaate	3
3	KNX-JÄRJESTELMÄN TOPOLOGIA JA TIEDONSIIRTO.....	4
3.1	Väyläkaapelin topologia	4
3.2	Tiedonsiirto.....	5
3.2.1	Kierretty parikaapeli	5
3.2.2	Powerline	6
3.2.3	Radiotaajuus.....	7
4	KNX-JÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT JA RAKENNE	8
4.1	Järjestelmäkomponentit	8
4.2	Anturit.....	9
4.3	Toimilaitteet.....	10
4.4	Rakenne	10
5	DALI-JÄRJESTELMÄ.....	12
6	RGB-VALAISIN JA DMX-PROTOKOLLA.....	13
7	SUUNNITELMAT	14
7.1	Keskukset.....	14
7.2	Kaapelointi.....	16
8	TYÖKOHTTEEN VALAISTUS	17
9	TYÖKOHTTEEN KNX-KOMPONENTIT	18
9.1	Järjestelmäkomponentit	19
9.2	Anturit.....	19
9.3	Toimilaitteet.....	20
10	ETS JA TYÖKOHTTEEN OHJELMOINTI	21
10.1	ETS-konsepti	22
10.2	Työkohteen ohjelmointi.....	22
11	YHTEENVETO	27

LIITTEET

- 1 1. kerroksen pohjakuva
- 2 2. kerroksen pohjakuva
- 3 1. kerroksen KNX-kuva
- 4 2. kerroksen KNX-kuva
- 5 KNX-järjestelmäkaavio
- 6 KNX-pisteluettelo
- 7 Jakokeskuksen KNX-keskuskaavio

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on KNX-järjestelmän toteuttaminen omakotitaloon. KNX-järjestelmän lisäksi työssä käsitellään DALI-järjestelmää ja DMX-protokollaa, jotka ovat olennaisia järjestelmiä tässä työssä. Työkohteen sähköiset toiminnot ovat keskitetty KNX-järjestelmään ja muut järjestelmät ovat yhdistetty KNX:ään käyttäen erilaisia rajapintoja. Työni painottuu pääsääntöisesti ohjelmointityöhön, johon sisältyy ETS-ohjelmointi ja tutustuminen DMX-ohjaimiin ja niiden ohjelmointiin. Kohteeseen on tehty valmiit sähkösuunnitelmat, jotka tosin muuttuivat työn aikana hyvinkin paljon. Suunnittelun muutostyöt ja kaikki KNX:ään liittyvät muutostyöt kuuluivat myös työnkuvaani. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Lappeenrannan Valovoima Oy ja työkohde sijaitsee Lappeenrannassa Ruoholammella.

Työn tavoitteena on saada toimiva ja energiatehokas järjestelmä, jossa tuli ottaa huomioon myös tilaajaan toiveet. Työkohteessa tuli suuria muutoksia, jotka vaikuttivat työmaan etenemiseen ja aikatauluun, joten tavoitteenani oli ohjelmoida yläkerran KNX-väylä toimintakuntoon. KNX:n käyttöönotto tapahtuu ETS4-ohjelmalla, joka on tämän työn tärkein työväline. Olen käynyt KNX-sertifientikoulutuksen, joten ETS-ohjelma ja sen toimintaperiaate oli minulle tuttu. Kohteen haasteellisuuden takia oli erittäin hyödyllistä, että ETS-ohjelman perusteet olivat hallinnassa.

Työkohteen ainutlaatuisuuden ansiosta pääsin tutustumaan moniin uusiin järjestelmiin ja laitteisiin. Tämä toi myös työhön haasteita, mutta haasteethan on tehty ratkottaviksi! Kohteen ainutlaatuisuutta kuvastaa muun muassa se, että työkohteen kiuas, ilmanvaihtokoneet ja ala- sekä yläkerran sälekaihtimet tukevat KNX-väylää.

2 KNX-JÄRJESTELMÄ

Eurooppalaisen sähköalan standardoimisjärjestö CENELECin Home and Building Electronic Systems komitea aloitti vuonna 1996 Convergence-nimisen hankkeen. Hankkeen tarkoituksena oli yhdistää eurooppalaiset kenttäväylät BatiBUS, EIB ja EHS. Se onnistui tavoitteessaan ja tuloksena edellä mainitut kolme väylätekniikkaa yhdistyi uudeksi väylätekniikaksi nimeltään KNX eli Konnex. Lähtökohtana olleista väylistä EIB säilyi muutaman vuoden siirtymäajan myös itsenäisenä, KNX-liitynnällä varustettuna väylänä. Projektin viimeisenä vaiheena on perustettu vuonna 1999 Konnex Association, joka yhdisti nämä kenttäväylät uudeksi, yhteiseksi KNX-väylästandardiksi. BatiBUS:lla, EIB:llä ja EHS:llä kaikilla oli laaja käyttäjäkunta tietyissä Euroopan maissa ja väylien käyttäjäyhdistykset halusivat väylätekniikoiden parhaat piirteet yhdistämällä saada aikaan euroopanlaajuisesti vahvan ja yleiskäyttöisen väylästandardin. Kun kolmen sijasta riittäisi varautuminen yhden väylän liityntöihin, myös laitevalmistajien tilanne helpottuisi huomattavasti. /12,s.42./

KNX-järjestelmän kantavana ideana on yhdistää rakennuksen kaikki sähköiset toiminnot yhtenäiseksi ja mahdollisimman energiatehokkaasti toimivaksi verkoksi. Tavoitteina oli kehittää sähköasennusten turvallisuutta, joustavuutta ja mukavuutta sekä energiatarpeen minimointia. KNX on väylätekniikka, jolla taloautomaation eri osia ohjataan yhdellä ainoalla järjestelmällä, jossa laitteet ja eri järjestelmät keskustelevat keskenään. Väylätekniikka tuo merkittäviä säästöjä niin toteutusvaiheessa kuin rakennuksen elinkaaren ajanakin. /1./

2.1 Standardi

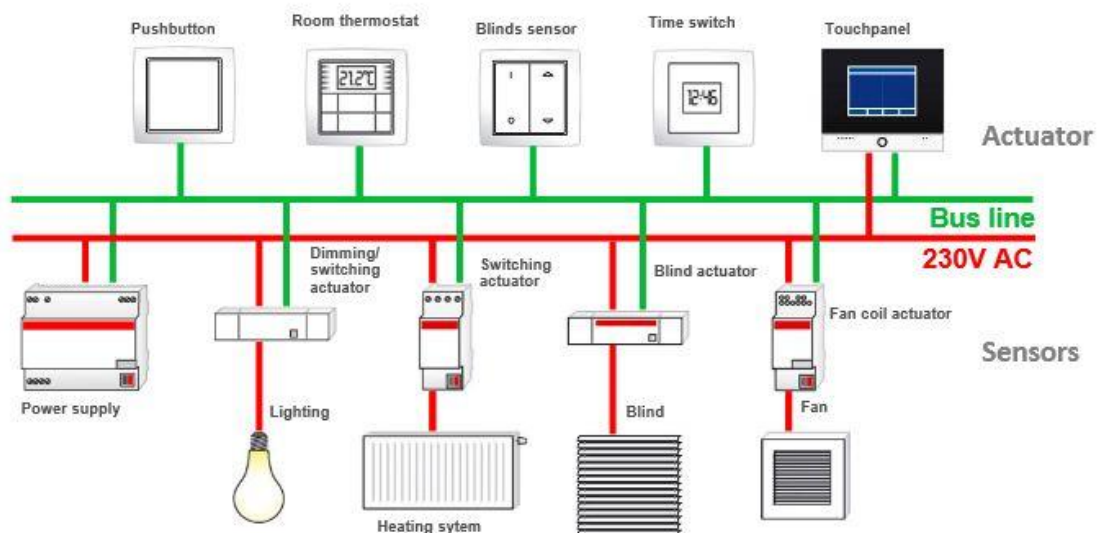
KNX-yhdistyksen laatiminen lähti käyntiin vuonna 1996, kun haluttiin aikaansaada maailmanlaajuinen standardi. KNX-yhdistys perustettiin vuonna 1999 tukemaan kehitettävää standardia. KNX-järjestelmään yhdistettiin osaksi ominaisuuksia Batibus-järjestelmästä ja EHSA:sta (European Home System Association). Edeltävien yhdistysten yhteensulautuminen helpotti KNX- yhdistyksen vaiheita. /13,s.27./ KNX on standardoitu järjestelmä (ISO/IEC 14543-3), joka takaa sen, että eri valmistajien KNX -tuotteet ovat keskenään yhteensopivia. KNX-standardia hallinnoi ja laitteiden

yhteensopivuutta valvoo Konnex Association. KNX-tekniikka perustuu EIB, BatiBUS ja EHS – järjestelmiin, jotka kehitettiin jo 1990-luvun alussa. /1./

2.2 Toimintaperiaate

KNX on väyläpohjainen järjestelmä, jossa sähkötoimiset laitteet kommunikoivat itsenäisesti ilman keskustietokonetta tai ohjausjärjestelmää. Laitteet lähettävät väylälle sanomia, joiden avulla laitteet kommunikoivat keskenään. Toimilaitteet yhdistetään parikaapelilla toisiinsa, joka toimii sanomien tiedonsiirtona ja josta toimilaitteet saavat samalla käyttöjännitteensä. /2,s.4./

Anturit ja ilmaisimet (esim. painonapit, huonetermostaatit, liiketunnistimet) lähettävät väylään sanomia. Toimilaitteet (esim. releyksiköt, valonsäätimet, verho-ohjaimet) vastaanottavat sanomia ja ohjaavat valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa, jäähdytystä jne. Väylälle lähetetty tieto on kaikkien väylään liitettyjen laitteiden käytettävissä. /3,s.4./ Järjestelmä vaatii toimiakseen ohjelmoinnin. Järjestelmä ohjelmoidaan ETS ohjelmalla, joka on tarkoitettu KNX-järjestelmien käyttöönottoon. Ohjelmointivaiheessa määritellään tarkemmin sanomien vaikutus järjestelmässä.



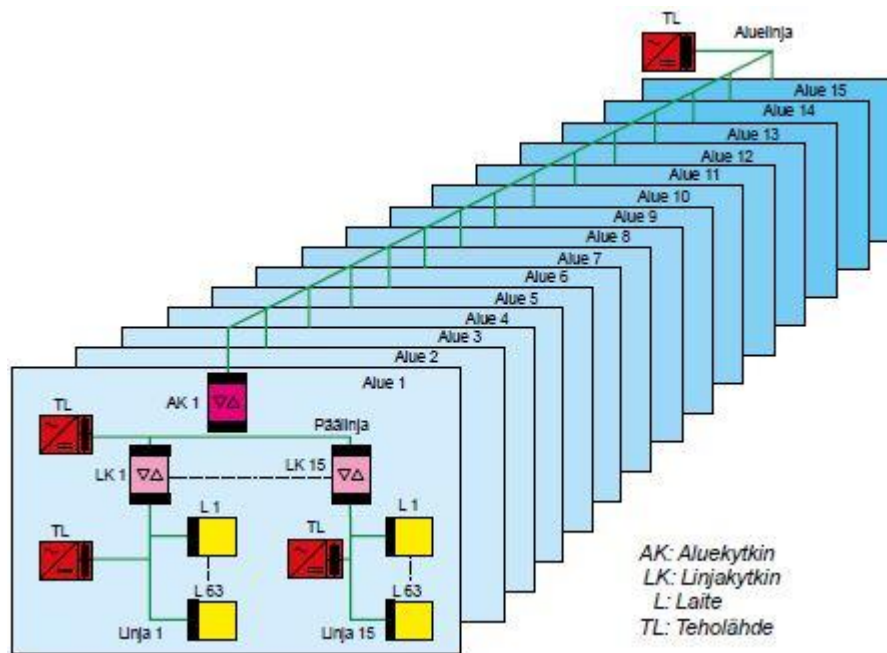
KUVA 1. KNX-järjestelmän toimintaperiaate /25,s.15/

3 KNX-JÄRJESTELMÄN TOPOLOGIA JA TIEDONSIIRTO

Monipuolisuuden takia KNX-järjestelmää voidaan käyttää yksinkertaisissa sekä haastavissa kohteissa. Yhtä linjaa käyttämällä järjestelmään voidaan kytkeä 64 laitetta. Tämä soveltuu esimerkiksi omakotitaloon. Haastavammissa kohteissa järjestelmä voidaan erotella erillisiin linjoihin ja alueisiin. Alueita ja linjoja voidaan yhdistää keskenään ja järjestelmässä voi olla toistimia. Näiden avulla järjestelmään voidaan kytkeä maksimissaan yli 57000 laitetta. Monipuolisuus ei rajoitu pelkästään järjestelmän topologiaan, vaan väylän tiedonsiirtona voidaan käyttää eri menetelmiä.

3.1 Väyläkaapelin topologia

KNX-topologia koostuu kolmesta osa-alueesta: linja, alue ja päälinja. Linja on topologian pienin osa. Linja vaatii teholähteen ja yhteen linjaan voidaan kytkeä enintään 64 laitetta. Jotta järjestelmästä saadaan suurempi tai jos käytössä on enemmän kuin yksi linja, voidaan 15 linjaa kytkeä päälinjan kautta toisiinsa linjakytkimillä. Tätä kokonaisuutta kutsutaan alueeksi. Jotta saadaan isompi järjestelmä, alueita voidaan kytkeä yhteen aluekytkimillä. Alueiden enimmäismäärä on 15. Linjassa voi olla 64 laitetta, 15 linjaa voidaan kytkeä yhteen ja alueita voi olla yhteensä 15, nämä maksimiarvot kerrottuna, saadaan, että KNX-järjestelmään voidaan kytkeä noin 15000 tuotetta. /6, s.30./ Jokaiseen linjaan ja alueeseen voidaan käyttää linjatoistimia, joiden avulla KNX-järjestelmästä saadaan vieläkin suurempi. Linjatoistimia käyttämällä järjestelmässä voi olla yli 57000 laitetta /15,s.10/. Kuva 2:ssa on esitetty väyläkaapelin topologia.



KUVA 2. KNX-järjestelmän väyläkaapeli topologia /6,s.30/

3.2 Tiedonsiirto

KNX-järjestelmä tukee neljää tiedonsiirtoväylää. Yleisin tiedonsiirtotapa on väyläkaapeli eli kierretty parikaapeli. Muita mahdollisuuksia ovat sähköverkon kautta tapahtuva tiedonsiirto, radioverkko 868 MHz:n taajuudella ja IP-verkko. Kaikkia siirtoteitä voidaan käyttää yhdessä käyttämällä mediakytkimiä eri siirtoteiden välillä. Mediakytkimet muuttavat tiedot kullekin siirtotielle sopiviksi. /13,s.28./

3.2.1 Kierretty parikaapeli

Kierrettyä parikaapelia käytetään uusissa sähköasennuksissa ja laajoissa peruskorjauksissa. Tiedonsiirtona käytetään erillistä ohjauskaapelia. Standardoituja parikaapeleita ovat YCYM 2x2x0,8 ja J-Y (St) Y 2x2x0,8. /5,s.7./ Vaikka standardoituja kaapeleita suositellaan käytettäväksi, käytetyin parikaapeli on KLMA 4x0,8+0,8. Väyläkaapeliksi riittäisi yksiparinen eli KLMA 2x0,8+0,8, mutta ylimääräistä paria voidaan käyttää tarvittaessa lisäsyöttöön tai sisäiseen tiedonsiirtoon. /19,s.5./

Väyläkaapelin kaksi johdinta ei toimi vain datan fyysisenä siirtotienä, vaan tarjoaa myös laitteille sähkönsyötön. Väylän jännite on 29 VDC. Jotta väylälaitteet toimisivat luotettavasti, väylälaitteet vaativat vähintään 21 VDC. Väylä vaatii toimiakseen

virtalähteen, josta väylälaitteet saavat tarvittavan käyttöjännitteen. Väylän virtalähteen koko määräytyy väylälaitteiden lukumäärästä. Jokainen väylälaitte ottaa noin 10 mA virran väylästä. Enemmän virtaa vaativat laitteet tulee kytkeä oman virtalähteesensä perään, jolloin ne eivät kuormita linjan virtalähdettä. /13,s.28./

Sanomat välittävät laitteiden välillä kytkentäkäskyt, signaalit ja muut tiedot. Siirtoteknologian rakenne on suunniteltu siten, että väylälinja ei vaadi impedanssisovitusta. Signaalit lähetetään differentiaalisesti, jolloin kierrettyyn parikaapeliin tulevat sähköiset häiriöt eivät vaikuta signaaliin. Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s ja keskimääräinen sanoman läpimenoaika on noin 25 ms. Väylälaitteiden välinen liikenne tapahtuu vuoropohjaisesti. Yksi laite kerrallaan voi lähettää väylään sanoman. Luotettavuuden parantamiseksi käytetään hajautettua väyläyhteysmenetelmää CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Tämä on siirtotien varausmenetelmä, jolla useammat laitteet voivat toimia samassa siirtotiessä. /13,s.31-32./

Samaan aikaan lähetetyt sanomat aiheuttavat törmäyksen väylässä. Törmäykset havaitaan lähettämällä siirtotien varaava signaali ennen varsinaista dataa. Varausjärjestelmän vuoksi tiedot eivät pääse häviämään. Sanoman priorisointijärjestelmän vuoksi joillekin tiedoille, kuten vikasignaaleille, voidaan antaa etusija käyttää siirtotietä. /13,s.32./

Sanoma on merkkijono, jossa on varsinaisen hyötytiedon lisäksi oheistietosisältöä. Sanoma muodostuu väyläkohtaisista tiedoista, hyötytiedoista, hyötysisällöstä sekä testitiedoista, joiden avulla siirtovirheet havaitaan. Kommunikointiin osallistuvat laitteet määrittyy kohdeosoitteen perusteella. Kohdeosoite voi viitata yksittäiseen laitteeseen, laiteryhmään, joka on kytketty omaan linjaan, toiseen linjaan tai jaettu useiden linjojen kesken. Yksi laite voi kuulua useampaan ryhmään. Hyötykuormana voi olla muun muassa käskyjä, viestejä, asetusparametreja sekä mittausarvoja. /13,s.32./

3.2.2 Powerline

Powerline-tiedonsiirrossa käytetään olemassa olevaa sähköverkkoa, josta väylä saa samalla käyttöjännitteen. Powerline mahdollistaa sanomien välittämisen koko 230/400

V verkossa. Näin erillinen väylä ei ole tarpeen. Väylälaitteet kytketään vaiheen ja nollan välille. /5,s.7./ Tiedot siirtyvät sähköverkossa suurtaajuussignaaleina. Powerline KNX:n tiedonsiirron mainitaan olevan luotettava ja nopea, vaikka suurtaajuussignaalien sähköverkon siirto ominaisuudet ovat usein määrittelemättömät. Kukin laite voi lähettää ja vastaanottaa viestejä, mutta vain yksi viesti kerrallaan linjassa on sallittu. Tiedonsiirto sähköverkossa on toteutettu SFSK (hajautettu vaihtotaajuuskoodaus)-tekniikkaa käyttäen. Tiedonsiirtonopeus on 1200 bittiä sekunnissa ja sanoman siirtämiseen menee aikaa noin 130 ms. /13,s.33./

Tiedonsiirron luotettavuutta parantaa vastaanotettuun signaaliin käytettävä mallivertailutekniikka ja älykäs korjausmenetelmä. Näiden avulla voidaan signaali vielä tulkita oikeaksi, vaikka siirron aikana olisi tapahtunut häiriöitä. Kun vastaanottaja ymmärtää sanoman, vastaanottaja lähettää siitä vahvistuksen lähettäjälle. Kun tämä on suoritettu, päättyy siirtoprosessi. Kuten väylälaitteiden välisessä liikenteessä myös tiedonsiirrossa sähköverkon välityksellä on käytössä CSMA/CA. /13,s.34./

Sanoman rakenne on lähes samanlainen kuin väyläkaapelissa käytetty. Sanoman sisältö on sama, mutta lisäksi sanoman alkuun tulee tahdistus ja aloituskenttä. Tahdistus synkronoi lähettimen, sekä vastaanottimen ja aloituskentät ovat käynnistyssignaaleja vastaanottimelle. Sanoman loppuun tulee järjestelmätunnus. Useita Powerline KNX -laitteita voidaan luokitella järjestelmätunnuksen mukaan. Vain saman järjestelmätunnuksen omaavat laitteet voivat kommunikoida keskenään. /13,s.34./

3.2.3 Radiotaajuus

Käytettäessä radioverkkoa tiedonsiirtoon laitteiden välillä voidaan laitteiden sijoitus valita vapaasti, kunhan ollaan radiosignaalin kantaman sisällä. Yhden laitteen radiosignaalin kantama on noin 100 metriä vapaassa tilassa. /13,s.34./ KNX-radiojärjestelmässä signaalit moduloidaan käyttäen taajuusmodulaatiota tai vaihtotaajuuskoodausta (FSK). Kantoaaltotaajuus on 868,30 MHz ja tiedonsiirtonopeus on 16 384 bittiä sekunnissa. Radiolähetysten aikaväli, jota kutsutaan myös nimellä työjakso, on 1 %. Lähetysjakso on 1 % työjaksolla

maksimissaan 0,6 sekuntia minuutissa. Jokainen laite noudattaa 1 % työjaksoa, jolloin mikään yksittäinen laite ei pääse varaamaan kaistaa jatkuvasti. /13,s.35./

KNX–radiosanoma koostuu synkronointi-, data- ja tarkistussummajaksoista. Vastaanottimet synkronoidaan lähettimen kanssa synkronointijaksoilla sanoman alussa ja lopussa. Datajaksossa lähetetään varsinaiset hyötytiedot, kuten kytkentä- ja himmennyskäskyt ja väyläkohtaiset tiedot, joita käytetään osoitteenmuodostukseen. Datajaksoa seuraa tarkistussummajakso. /13,s.35./

4 KNX-JÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT JA RAKENNE

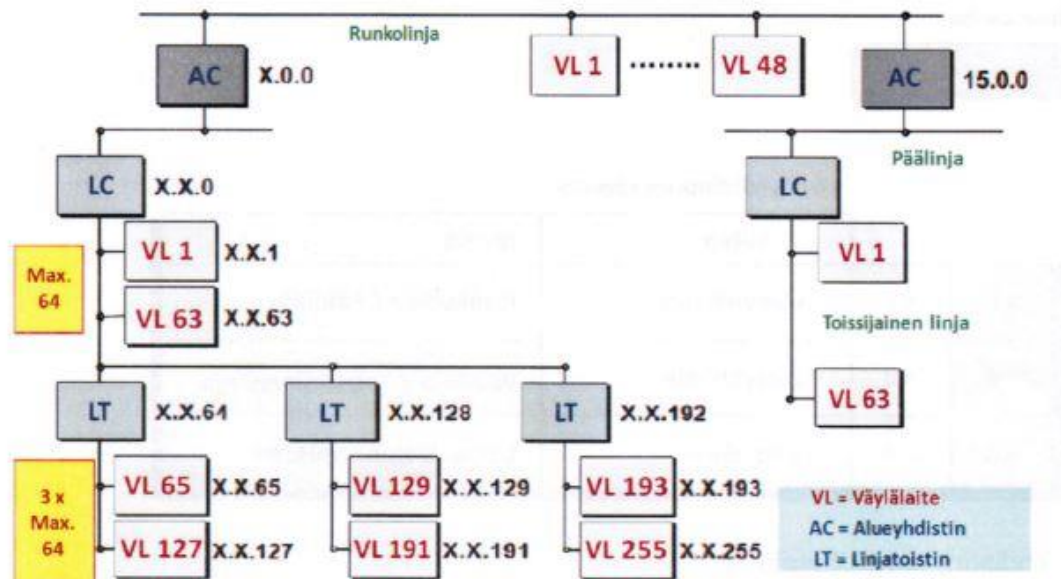
KNX perustuu kolmeen eri tuoteryhmään, jotka muodostavat KNX-järjestelmän. Toimiva järjestelmä edellyttää vähintään yhtä tuotetta kustakin tuoteryhmästä. Niitä kutsutaan järjestelmäkomponenteiksi, antureiksi ja toimilaitteiksi. Kaikki tuotteet kytketään väylään, jolla on kaksi tehtävää: se ylläpitää tuotteiden jännitettä (29 VDC) ja välittää niiden välisiä datasanomia. Useimmat anturit kytketään pelkästään väylään, kun taas toimilaitteet vaativat pääsääntöisesti 230V:n jännitteen. Kaikkia väylään kytkettäviä tuotteita kutsutaan laitteiksi riippumatta siitä, ovatko ne järjestelmätuotteita, antureita vai toimilaitteita. /6,s.30./

4.1 Järjestelmäkomponentit

Järjestelmäkomponentti-tuoteryhmään kuuluvat tuotteet, joita järjestelmän käyttöönotto ja käyttö edellyttävät eli virtalähteet, rajapinnat ja linjayhdistimet. KNX luokitellaan SELV (Safety Extra Low Voltage)-järjestelmäksi, koska väyläjännite on 29 VDC. Väyläjännite erotetaan sähköverkosta virtalähteen avulla. Virtalähteessä on integroitu jännite- ja virransäätö- ja siksi se pystyy estämään oikosulkujen syntymisen. Virtalähteet sisältävät sisäänrakennetun kuristimen, joka toimii vastakuormana väyläsanomille. Kuristimen tuoman kuorman ansiosta laitteiden lähettämät sanomat eivät vaimene väylässä. /19, s.8./

Yhdistinyksikköä voidaan käyttää alueyhdistimenä, linjayhdistimenä ja linjatoistimena. Alueyhdistin liittää päälinjan runkolinjaan, linjayhdistin liittää laitelinjan päälinjaan ja linjatoistin laajentaa linjaa uudella linjasegmentillä, jossa voi

olla 64 linjalaitetta. Alueyhdistin, linjayhdistin ja linjatoistin ovat fyysisesti sama laite. Suoritettava tehtävä riippuu sijainnista topologiassa ja määräytyy, kun määritellään yksilöllinen osoite. Yhdistin eristää sähköisesti linjat toisistaan (galvaanisesti), kuten määritellään SELV-standardissa. /26,s.8-9./ Kuva 3. on esitetty yhdistimen eri toiminnot, jossa AC on alueyhdistin, LC on linjayhdistin ja LT on linjatoistin.



KUVA 3. Yhdistinyksikön toiminnot /26,s.9/

Rajapinnan tehtävä on yhdistää ohjelmointiyksiköitä (ETS-ohjelmointi) käyttöönoton yhteydessä ja kytkettäessä tuotteita KNX-järjestelmään. Rajapinta yhdistää siis käyttäjän ja ohjelmoijan järjestelmään. /6,s.30./ Rajapintana toimii USB-sovitin tai langaton TCP/IP-Gateway selainpohjainen tiedonsiirto.

4.2 Anturit

Anturit ovat laitteita, joilla ohjataan toimilaitteita. Anturit lähettävät aktivoituessaan datasanoman väylään, joka ohjautuu toimilaitteelle. Toimilaite toteuttaa halutun toiminnon saapuneen sanoman perusteella. Anturit kommunikoivat myös keskenään, sillä ne saattavat lähettää samoja sanomia väylään. Esimerkkinä halutaan ohjata tiettyjä valaisimia eri kytkimiltä tai halutaan säätää huoneen lämpötilaa termostaatilla ja kosketusnäytön avulla. Sanomien törmäys ja samojen sanomien lähettäminen väylään voidaan estää määrittelemällä antureiden parametrit siten, että ne pystyvät

kumoamaan toisten lähettämät sanomat. Toimivuuden kannalta tämä tulee muistaa ohjelmointia tehdessä. /20, s.30./

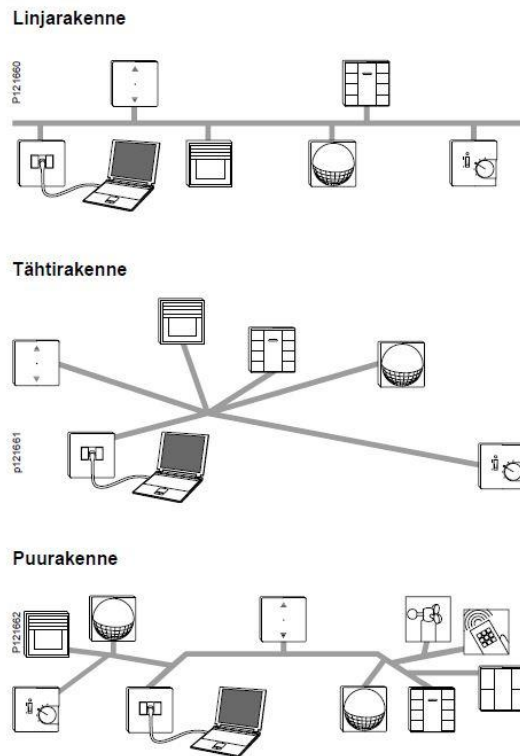
4.3 Toimilaitteet

Toimilaitteet kuuntelevat väylän datasanomia ja muuntavat ne tapahtumiksi sekä ohjaavat haluttua kuormaa. Toimilaitteet tarvitsevat väyläkaapelin lisäksi yleensä 230 V:n jännitteen. /6,s.30./ Toimilaitteet voidaan jaotella kahdentyyppisiksi: tulo- ja lähtöyksiköiksi. Lähtöyksiköt ovat laitteita, jotka vastaanottavat antureiden sanomat ja muuttavat ne halutuksi toiminnoksi, esimerkiksi valaisin päälle/pois tai lämmitys päälle/pois.

Tuloyksiköiden avulla KNX-järjestelmä voidaan liittää muihin järjestelmiin ja muita järjestelmiä KNX-järjestelmään. Tuloyksiköitä on kahden tyyppisiä, potentiaalivapaililla koskettimilla ja 10 - 230 V:n koskettimilla. /27./ Potentiaalivapaat tuloyksiköt soveltuvat tilanteisiin, joissa tarvitaan tilatietoa ja KNX puoli hoitaa tarvittavan toiminnon. Esimerkiksi sulanapitokeskus antaa tiedon, että pihalämmitys päälle. 10 – 230 V:n tuloyksiköitä käytetään, kun halutaan olemassa oleva järjestelmä tai laite liittää KNX-väylään. Esimerkiksi verkkovirralla toimiva liiketunnistin halutaan liittää väylään tai olemassa oleva rikosilmoitinjärjestelmä halutaan toimivan KNX:n kanssa.

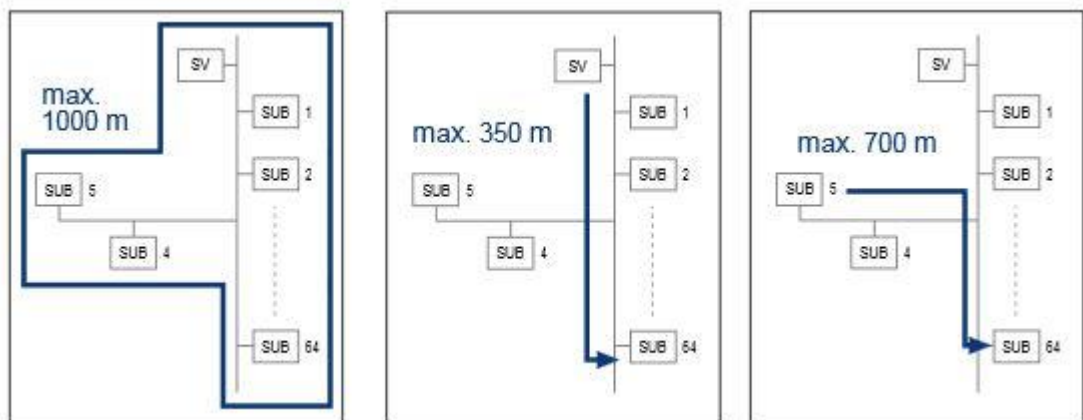
4.4 Rakenne

Järjestelmän kaapelointi voidaan toteuttaa linjarakenteisesti, tähtirakenteisesti tai puurakenteisesti. Näitä eri rakenteita voidaan sekoittaa keskenään, mutta järjestelmään ei saa muodostua silmukkaa. Järjestelmä voidaan siis kaapeloida lähes mielivaltaisesti, mutta väylässä on tiettyjä raja-arvoja, jotka saattavat vaikuttaa siihen, miten järjestelmä kaapeloidaan. /6,s.31./



KUVA 4. Linja-, tähti- ja puurakenne /6,s.31/

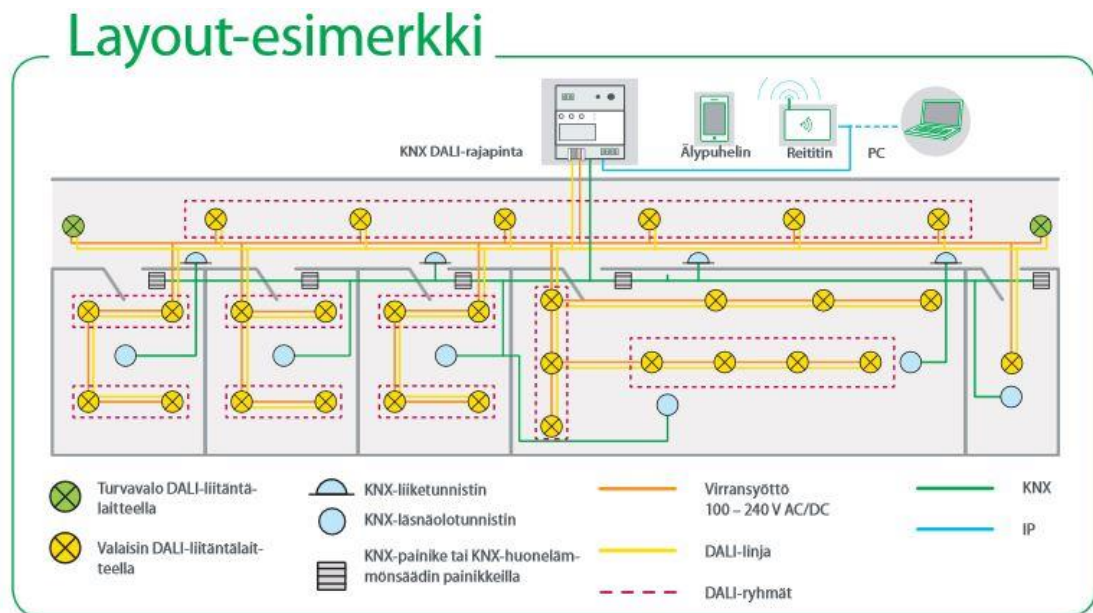
Teholähteen ja laitteen välisen kaapelin enimmäispituus on 350m, enimmäisetäisyys kahden väylälaitteen välillä on 700m ja linjan kaikkien väyläkaapeleiden enimmäispituus on 1000m /6,s.31/. Kuvassa on esitetty pituudet, jossa SV on teholaähde ja SUB on väylälaite.



KUVA 5. Kaapeleiden enimmäispituudet /15,s.7/

5 DALI-JÄRJESTELMÄ

DALI on standardisoitu digitaalinen valaistuksen ohjausväylä elektroniselle liitälaitteelle ja -himmennimelle. DALI perustuu laitekohtaiseen ohjaukseen, jossa yhdellä väyläkaapelilla voidaan ohjata 64 laitetta, jotka voidaan määrittellä 16 eri ryhmään. Väyläkaapeli voi olla erillinen 2-johtiminen kaapeli tai helpoin tapa on käyttää esimerkiksi MMJ 5x1,5 S, jossa valaisin saa käyttösähkensä ja tarvittavan digitaaliväylän samalla kaapelilla. /9,s.3./ Järjestelmä on kaksisuuntainen, joka mahdollistaa hyvän valosäädön sekä valaisimien tilatiedon (onko valaisin päällä, onko poltin rikkoutunut, himmennuksen taso) /10/. DALI-järjestelmässä elektroniset liitälaitteet, ohjauspaneelit, anturit ja ohjelmointilaitteet kytketään samaan väylään /9,s.3/. Jos DALI:a ja KNX:ää käytetään samassa järjestelmässä, ne kytketään samaan väylään käyttäen DALI-rajapintaa. Esimerkki-layout esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. DALI-valaistus KNX-järjestelmässä /14,s.3/

DALI on hajautettu järjestelmä, jossa elektroniset liitälaitteet lähettävät sanomia ja tietoja väylälle, joten järjestelmä ei tarvitse erillistä keskustietokonetta /10/. Ohjausväylä tarvitsee erillisen tehonlähteen, joka antaa väylälle tarvittavan ohjausvirran /9,s.3/. Joustavuutensa ja useiden toimintojensa ansiosta DALI-asennuskokonaisuudet voidaan yhdistää muihin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin esimerkiksi KNX:ään, josta se saa muun muassa tarvittavan tehosyötön /10/. Ennen

käyttöönottoa DALI-järjestelmä täytyy ohjelmoida. Ohjelmoinnissa toimilaitteille kerrotaan, mitä säätötoimenpiteitä ne suorittavat ja mitä valaisimia säätötoimenpiteet koskevat. Ohjelmointi tapahtuu valmistajasta ja järjestelmästä riippuen ohjauspainikkeilla, kaukosäätimellä tai tietokoneella. /9,s.3./ Jokaisella liitäntälaitteella on yksilöllinen osoite, jolla määritellään valaisimen säätötoimenpide sekä se, mihin valaistusryhmään se kuuluu /10/.

6 RGB-VALAISIN JA DMX-PROTOKOLLA

RGB-valaisimessa käytetään RGB-ledejä, joiden avulla voidaan määritellä valaistuksen väri halutun väriseksi. Valaisimessa olevat ledit pystyvät tuottamaan kolmea väriä sekä haluttuja yhdistelmiä näistä kolmesta väristä: punainen, vihreä ja sininen (RGB=Red, Green & Blue). RGB-valaisimen tuottaman värin sävyä ohjataan erillisellä RGB-ohjaimella, jonka avulla käyttäjä voi valita itselleen mieluisan värin. Värivaihtoehtoja sekä erilaisia valoeffektejä voidaan säätää ja ohjata erillisellä kaukosäätimellä, seinään asennettavalla ohjaimella tai tietokoneen avulla. /7./ DMX-protokollan avulla pystytään myös säätämään haluttuja värejä ja efektejä.

DMX on digitaalinen sarjaprotokolla, jota käytetään valaistustekniikassa. DMX kykenee ohjaamaan samanaikaisesti 512 valaistuskanavaa. Tiedonsiirto on 250 kilotavua sekunnissa, jonka avulla pystytään käsittelemään suuri määrä RGB-valopisteitä sekä dynaamisia ja nopeita värinvaihtoehtoja. DMX-protokolla on vakiinnuttanut asemansa värillisten RGB-sovellusten ja säädettävien valkoisten valaistussovellusten ammattimaisena valonsäätöjärjestelmänä. Monipuolisuutensa ansiosta sitä käytetään nykyään myös laajemmissa valaistustarpeissa. /8./ Tiedonsiirtona käytetään EIA485-sarjaliikenneväylää, jossa laitteet kytketään sarjaan. Jokaisella DMX-laitteella on osoite, joka määritellään laitteessa olevalla dip-kytkimellä tai näppäimistöllä, jonka avulla osoite siirretään laitteeseen ohjelmallisesti. /11,s.19./

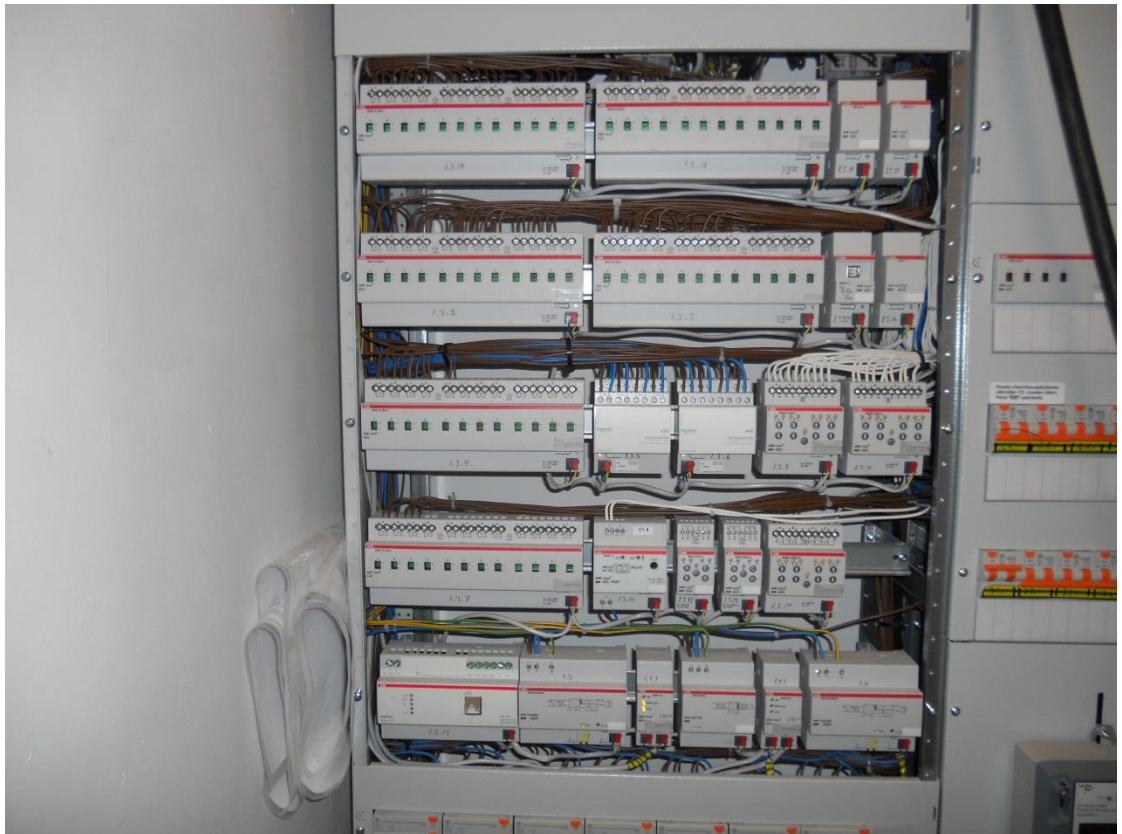
7 SUUNNITELMAT

Sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnitelmat toteutti suunnittelutoimisto Granlund Saimaa Oy. Kohde oli sen verran haastava, että sähkösuunnitelmat oli hyvä tehdä ennen työmaan aloittamista. Työn toteuttaminen oli valmiiden suunnitelmien perusteella helpompi toteuttaa.

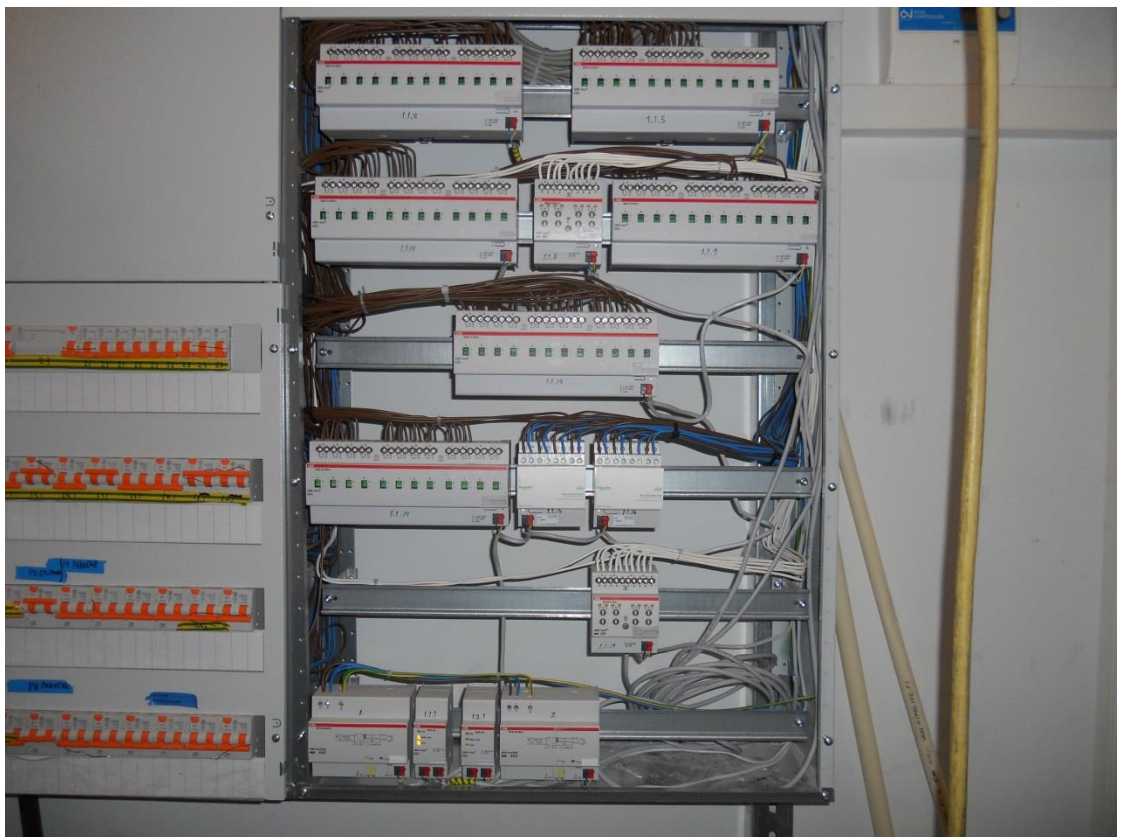
Työn kannalta tärkeimmät suunnitelmat olivat molempien kerrosten vahvavirtapiirustukset, pää- ja jakokeskuskaavio, 1. ja 2. kerroksen KNX-kuvat sekä KNX-järjestelmäkaavio. Pää- ja jakokeskuskaavion sekä KNX-järjestelmäkaavion avulla pystyin tekemään alustavan ohjelmoinnin ETS4 ohjelmaan.

7.1 Keskukset

Työkohteen koko ja KNX-väylien suuruuden takia kohteeseen kannatti rakentaa pääkeskus sekä jakokeskus. Keskukset kokosi ja toimitti työmaalle S-Kojeisto Oy. Keskukset koottiin suunnittelijan kuvien perusteella. Pääkeskus ja jakokeskus sisältävät KNX- ja vahvavirtakomponentteja. Pääkeskus vaikuttaa alakerran väylään ja muihin sähköisiin laitteisiin. Jakokeskus puolestaan yläkerran väylään ja sähköisiin laitteisiin. Työkohteen muutoksien takia pääkeskukseen sekä jakokeskukseen tuli muutoksia. Perinteiset himmentimet korvattiin DALI-säätimillä. Uudet DALI-säätimet sijoitettiin allasvalojen ohjauskeskukseen. Tein tarvittavat muutostyöt ennen ohjelmointia. Kuvassa 8. perinteiset säätimet on purettu pois. Alakerran allasvaloille on oma ohjauskeskus, jolla ohjataan allasvaloja sekä alakerran suihkuhuoneen, pukuhuoneen ja WC:n DALI-väylää. Keskus sisältää 2-kanavaisen DMX-ohjaimen ja DALI-säätimen. DMX-ohjaimella ohjataan allasvaloja sekä terassin RGB-valaisimia ja DALI-säätimellä edellä mainittujen tilojen valaistusta. DALI-säätimenä käytettiin DG/S1.16.1-säädintä, jolla pystytään ohjaamaan 64 DALI-liitäntälaitetta, jotka voidaan määritellä 16 eri ryhmään. DALI-liitäntälaitteet kytketään samaan DALI-väylään ja ohjelmointi tilanteessa määritellään valaisin ryhmät.



KUVA 7. Pääkeskuksen KNX-komponentit



KUVA 8. Jakokeskuksen KNX-komponentit

Yläkerrassa on DALI-ohjauskeskus, jolla ohjataan yläkerran DALI-valaistusta ja makuhuoneen RGB-valaisimia. Keskus on rakennettu tyhjästä Fiboxin EK-koteloista, jotka ovat sijoitettu yläkerran piippuhyllylle. Keskus sisältää kytkinyksikön lisäksi DALI-säätimiä, RGB/DMX-ohjaimia ja ohjaimille tarvittavat teholähteet. DALI-säätimet ovat tyypiltään DG/S1.16.1.



KUVA 9. DALI-ohjauskeskus

Sulanapitojärjestelmälle on oma ohjauskeskus, jonka tehtävä on pitää etupiha sekä takapiha alue sulana. Ohjauskeskus on Pistesarjat ETO2-4550 valmiskeskus, joka on tarkoitettu sulanapitojärjestelmälle. Keskus sisältää ohjainyksikön, kaksi maa-anturia ja lämpötila-anturin. Maa-anturi mittaa maan pinnan lämpötilaa sekä kosteutta. Lämpötila-anturi mittaa ilman lämpötilaa. Sulanapito-ohjauskeskus ei tue KNX-väylää, joten ohjauskeskus vaatii binäärivastaanottimen, jonka avulla väylä saa tiedon, pitääkö piha-alueita lämmittää vai ei.

7.2 Kaapelointi

Kaapelointi toteutettiin suunnittelijan kuvien perusteella. Alakerrassa oli oma KNX-linja ja yläkerrassa oma. Kohteen suuruuden takia tämä toteutettiin näin, koska yhteen

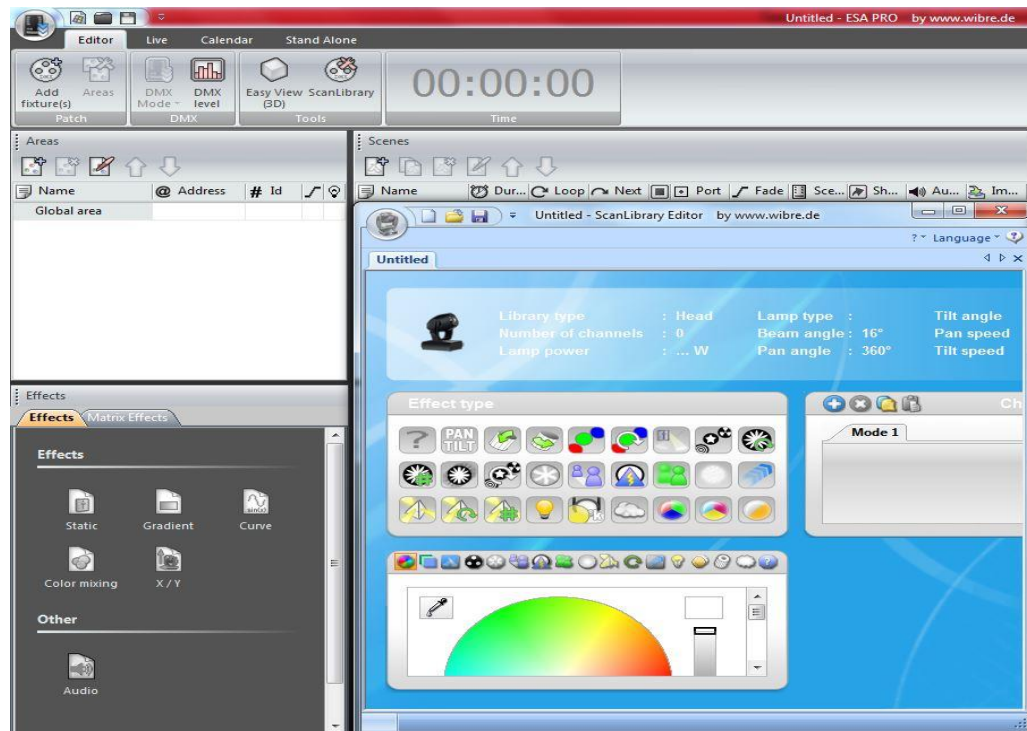
linjaan voidaan kytkeä maksimissaan 64 laitetta. Lisäksi tämä ratkaisu on paljon selkeämpi ja helpottaa ohjelmointityötä. Rakenne toteutettiin pääsääntöisesti tähtimallilla, koska kohde on sen verran suuri ja kenttälaitteiden välimatkat kasvoivat pitkiksi. Kohteen rakenteelliset asiat myös vaikuttivat siihen, että tähtimalli oli paras vaihtoehto. Rakentamisen aikana kohteeseen tuli paljon muutoksia valaistuksen ja kenttälaitteiden osalta. Valaistukseen liittyvät muutokset olivat sen verran suuria, että kattoja jouduttiin purkamaan auki useampaan otteeseen eteisestä ja kaikista makuuhuoneista. Onneksi kohde toteutettiin KNX:n avulla, sillä kytkimien lisäykset oli helppo toteuttaa. Tiedonsiirtona käytettiin erillistä väyläkaapelia, KLMA 4x0,8+0,8 parikaapeli. Huoneiden ja tilojen runkokaapelina toimi tilasta riippuen MMJ 5x1,5 S, MMO 7x1,5 S tai MMO 12x1,5 S. Pääkeskus ja jakokeskus pääkaaviossa on määritelty runkokaapelit.

8 TYÖKOHTEN VALAISTUS

Alun perin kohteen valaistus piti toteuttaa käyttäen perinteisiä valaisimia, joita ohjataan kytkinyksiköillä ja himmentimillä. Ainoa tila, jossa oltaisiin käytetty DALI-valaisimia oli alakerran kuntosalissa. Rakentamisen aikana tilaaja halusi, että lähes valaisimet tukisivat DALI-väylää. Tämä johti siihen, että lähes kaikki alkuperäiset valaisimet menivät vaihtoon, huoneiden ja tilojen kattoja jouduttiin purkamaan ja kaapelointi meni uusiksi. Keskuksiin jouduin tekemään pieniä muutoksia. Himmentimet korvattiin DALI-säätimillä. Yläkerta kaapeloitiin siten, että jokaiseen huoneeseen tuotiin oma DALI-väylä. Tämän ansiosta huoneiden valaisimien syttymisryhmät pystyttiin toteuttamaan tilaajan haluamalla tavalla. Yläkerrassa käytettiin valaisimia, joissa itsessään oli DALI-liitántälaite sekä valaisimia, joihin piti lisätä erillinen DALI-väylään sopiva liitántälaite. Ruokailuhuoneessa, olohuoneessa, makuuhuoneissa 2 ja 3 käytettiin valaisimia, joissa itsessään oli DALI-liitántälaite. Makuuhuone 1:ssä, molemmissa WC:ssä, kodinhoituhuoneessa, kylpyhuoneessa, käytävässä ja eteisessä käytettiin valaisimia, jotka vaativat erillisen DALI-liitántälaitteen. Yläkerran makuuhuone 1:ssä on myös RGB-valaisimia sekä käytävän lattiavalaisimet ovat myös RGB-ledejä. Makuuhuoneen RGB-valaisimet vaativat erillisen DALI-liitántälaitteen lisäksi RGB-ohjaimen, jonka avulla valaisimille pystyttiin määrittelemään osoite. Alakerran uima-altaassa käytettiin RGB-valaisimia,

jotka allasvalmistaja toimitti työmaalle. Alakerran kuntosalin, suihkuhuoneen, pukuhuoneen ja WC:n valaistus on DALI-väylässä.

Työkohteen kaikkia RGB-valaisimia ohjataan 2-kanavaisella DMX-ohjaimella. Alakerrassa on oma ohjain, kuten myös yläkerrassa. Alakerrassa allasvalot on kytketty omalle kanavalle ja alakerran muut RGB-valaisimet toiselle kanavalle. Yläkerrassa käytävän lattiavalaisimet muodostavat oman piirin ja makuuhuoneen kattovalaisimet toisen piirin. Ohjaimen ohjelmointi ja halutut väritoiminnot tehdään tietokoneen avulla erillisellä sovelluksella. Ohjelman avulla ohjaimeen määritellään valaisimien halutut toiminnot, jotka ovat muun muassa väri, värinvaihto, värinvaihtonopeus, erilaiset efektit, pyörimissuunta yms. Ohjelmalla voidaan tehdä myös 3D mallinnus kohteen valaistuksesta.



KUVA 10. DMX-ohjaimen ohjelmointi sovellus

9 TYÖKOHTEN KNX-KOMPONENTIT

Työkohteessa käytettiin ABB:n sekä Schneider Electricin komponentteja, antureita ja toimilaitteita. Suunnittelija valitsi laitteiden mallit aikaisempien kokemusten perusteella. Lisäksi asiakkaan toiveet vaikuttivat komponenttien valintaan.

9.1 Järjestelmäkomponentit

Väyliä virtalähteinä toimii ABB:n SV/S 30.640.5 virtalähde. Kyseinen virtalähde antaa väylälle vaadittavan käyttöjännitteen, jonka ulostulovirta on 640mA.

Jotta ETS-ohjelma voidaan siirtää KNX-järjestelmään, järjestelmässä tulee olla tiedonsiirtorajapinta. Tämä voidaan toteuttaa joko USB-portin avulla tai TCP/IP-Gateway -selainpohjaisella tiedonsiirrolla. Työkohteen pääkeskuksesta löytyy molemmat rajapinnat.

Järjestelmässä käytettiin myös linjayhdistimiä, joiden tehtävä on yhdistää linja päälinjaan tai päälinja aluelinjaan. Kohteessa pääkeskus ja jakokeskus ovat yhteydessä toisiinsa linjayhdistimen avulla. Alakerran linja on yhdistetty yläkerran linjaan.

9.2 Anturit

Kohteessa käytettiin ABB:n IMPRESSIVO-asennuskalusteita. Käytössä oli 1-osaisia, 2-osaisia ja 4-osaisia painikkeita. Lisäksi kohteessa käytettiin 3-osaisia painikkeita, joissa on IR-vastaanotin. ABB:n kytkimissä käytetään samaa väyläliitäntäyksikköä, oli kyseessä sitten 1-osainen tai 4-osainen painike. Ohjelmointivaiheessa määritellään, mitä kytkintyyppiä käytetään. Kytkimien lisäksi kohteessa käytettiin liiketunnistimia. Kytkimet ja liiketunnistimet lähettävät väylälle sanomia, jotka ohjaavat muun muassa kytkinyksiköitä ja säätimiä.

Kohteessa käytettiin ABB:n huonetermostaatteja, jossa on LCD-näyttö. Näytöstä näkee muun muassa huoneen lämpötilan, toiminnan (lämmitys vai jäähdytys), asetusarvon. Termostaateilla ohjataan lämmitinohjainyksiköitä, jotka säätelevät jakotukin moottoriventtiilejä. Moottoriventtiileillä säädetään talon vesikiertoista lattialämmitystä. Makuuhuoneissa, olohuoneessa, ruokailuhuoneessa, kylpyhuoneissa, keittiössä ja kuntosalissa käytettiin erillistermostaatteja.

Työkohteessa käytettiin myös sääasemaa. Sääasemaan on sisäänrakennettu valo-, tuuli-, hämärä- ja lämpötila-anturit sekä sadetunnistin, jonka avulla voidaan ohjata lämmitystä, sälekaihtimia, ilmanvaihtokoneita ja valaistusta. Sääasema tarvitsee toimiaksensa väyläliitännän lisäksi sähkösyötön. /24./

Ylä- ja alakerrassa on 7” kosketusnäyttö, jonka avulla ohjataan kerroskohtaisesti muun muassa ilmanvaihtoa, valaistusta ja lämmitystä. Näytön avulla pystytään seuraamaan esimerkiksi huoneiden lämpötilaa.

9.3 Toimilaitteet

Työkohteessa käytettiin ABB:n kytkinyksiköitä, DALI-säätimiä, verhomoottoriohjaimia, binäärivastanottimia, logiikkayksikköä, vuosikelloa, 1-10V valosäädintä ja yleisvalosäätimiä. Lämmitinohjainyksiköt olivat Schneider-Electricin.

Työssä käytettiin 12-kanavaisia 16 A kytkinyksiköitä, jossa on 12 erillislähtöä, joita voi kuormittaa 16 A virralla. Kytkinyksikköä pystytään ohjamaan myös käsi-ohjauksella. Kytkinyksiköillä ohjataan pistorasioita, ikkunälämmityksiä ja valaisimia, jotka eivät ole himmennettävissä tai mitkä ei ole DALI-väylässä, esimerkiksi ulkovalot ja grillikatoksen valot. DALI-ohjauskeskuksen kytkinyksiköllä annetaan ON/OFF käsky DMX-ohjaimille.

DALI-säätimillä ohjataan ylä- ja alakerran valaistusta. Kohteessa on kahdentyyppisiä säätimiä, DG/S1.1, jolla ohjataan yksittäistä DALI-liitäntälaitetta ja DG/S1.16.1, jolla ohjataan liitäntälaitteita ryhmissä. Säätimissä on ON/OFF-, himmennys- sekä scene-toiminto. DALI-säädin tunnistaa kaikki liitäntälaitteet, jotka ovat kytketty kyseiseen säätimeen. Säädin määrittelee liitäntälaitteet sattumanvaraisesti. Valaisimien määrittely valaistusryhmiin tehdään erillisellä DALI-ohjelmalla sekä ETS-ohjelmalla.

Kohteen sälekaihtimia ohjataan 4-kanavaisilla verhomoottoriohjaimilla. Allashuoneen sälekaihdimmoottorit toimivat verkkovirralla, joten niitä ohjataan JRA/S4.230.5.1-verhomoottoriohjaimella, jossa on 4 kappaletta 230 VAC-kanavaa. Yläkerran sälekaihtimet toimivat 24 V:lla, joten niitä ohjataan JRA/S4.24.5.1-ohjaimella. Ohjaimien lisäksi sälekaihtimia ohjataan logiikkayksiköllä, joka on tarkoitettu verhomoottorien ohjauksiin. Logiikkayksikkö ohjaa jopa 200 ryhmän ja 4 julkisivun häikäisyverhoja päivänvalon mukaan. Verhojen tarkka asento lasketaan asetetuilla raja-arvoilla, auringon intensiteetin ja suunnan mukaan. /23./ Sääasema antaa logiikkayksikölle tietoja, joiden perusteella kaihtimet ohjataan tiettyyn asentoon sään mukaan.

Binäärivastaanottimella saadaan tilatietoja laitteista, jotka eivät tue KNX-väylää. Tilatietojen perusteella voidaan tehdä haluttu ohjaus. Tällaisia laitteita kohteessa on sulanapitokeskus.

Vuosikellossa on 800 ajastusta, josta voidaan luoda 15 päiväohjelmaa, päiväohjelmista luodaan viikko-ohjelma. Kellossa on mahdollista määrittää 100 erityispäivää. Jokainen kytkentä-aika voi suorittaa monta toimintoa. /22./ Vuosikellolla ohjataan työkohteessa muun muassa pistorasioita.

Lämmitinohjainyksikkö on tarkoitettu lämmittimien ja kattoasennettavien ilmastointilaitteiden sähkötermisten servo-ohjainten ohjaukseen. Laitteessa on 6 elektronista lähtöliitintä, jotka mahdollistavat sähkötermisten servo-ohjaimien äänettömän ohjauksen KNX-dataviestien avulla. Jokaiseen lähtöliittimeen voidaan liittää enintään 4 sähkötermistä servo-ohjainta. Lähtöliittimiä ohjataan kytkentä- tai PWM-signaalilla. Toimilaite suojaa laitetta voimakkailta käynnistysärsäyksiltä kytkemällä lähtöliittimet aikaviiveellä (0,5 sekunnin viive lähtöliittimeltä lähtöliittimeen). /16./ Lämmitinohjainyksiköillä ohjataan työkohteen jakotukkien moottoriventtiilejä, jotka säätelevät vesikiertoista lattialämmitystä.

10 ETS JA TYÖKOHTEN OHJELMOINTI

Työkohteen KNX-ohjelmointi toteutettiin ETS4-ohjelmalla, joka on tarkoitettu KNX-järjestelmien suunnitteluun ja käyttöönottoa varten. ETS-ohjelma on windows-pohjainen ohjelma. Ohjelman avulla määritellään KNX-laitteille yksilölliset osoitteet sekä ryhmäosoitteet.

Yksilöllisen osoitteen täytyy olla uniikki KNX-asennuksessa. Yksilöllinen osoite muodostuu seuraavista formaateista: alue, linja ja väylälaite. Esimerkiksi 1.2.24, joka tarkoittaa, että se on alue numero yhdessä, toisessa linjassa ja se on linjassa 24. laite. Lyhyesti sanottuna yksilöllinen osoite on laitteen tunnus. /21,s.6./

Asennuksissa kommunikointi laitteiden välillä tapahtuu ryhmäosoitteiden kautta. Ryhmäosoitteita määriteltessä ETS:n avulla, se voidaan valita 2-tasoisena

(pääryhmä/alaryhmä) tai 3-tasoisena (pääryhmä/keskiryhmä/alaryhmä). Ryhmäosoite voidaan kuvata seuraavalla esimerkillä: pääryhmä = kerros, olohuone, keskiryhmä = toiminta-alue (kytkentä, himmennys, lämmitys) ja alaryhmä = toiminto tai toimintaryhmä (keittiön valot päälle/pois, olohuoneen kattovalon himmennys). Jokainen ryhmäosoite voidaan määrätä väylälaitteille toiminnallisuuden mukaan riippumatta siitä, mihin fyysiseen kohtaan järjestelmässä laite on asennettu. Toimilaitteet voivat kuunnella useita ryhmäosoitteita. Anturit voivat kuitenkin lähettää kerrallaan vain yhteen ryhmäosoitteeseen sanomaa kohden. Ryhmäosoitteet linkitetään antureiden ja toimilaitteiden ryhmäobjekteille. Ryhmäobjektit ovat muistipaikkoja väylälaitteissa. Näiden objektien koko voi olla 1 bitin tai 14 tavun väliltä. Ryhmäobjektin koko riippuu niiden käyttötarkoituksesta. ETS:ään voidaan ryhmäosoitteita liittää toisiinsa vain, kun käytetään saman kokoisia ryhmäobjekteja. Yhdelle ryhmäobjektille voidaan määrätä useita ryhmäosoitteita, mutta vain yksi on lähetävä ryhmäosoite. Esimerkiksi ON/OFF-toiminnan koko on 1 bitti, himmennuksen 4 bittiä ja tekstin lähettämiseen liittyvä data on kooltaan 14 tavua. /21, s.7-8./

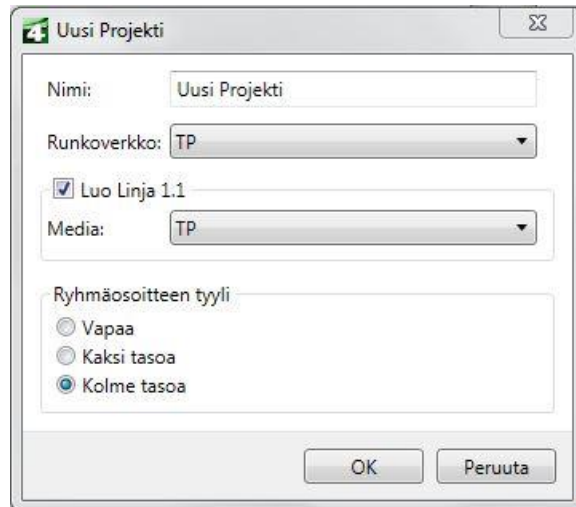
10.1 ETS-konsepti

Suunnittelijoita ja sähköasentajia varten on olemassa ohjelmistotyökalu KNX-järjestelmien suunnittelua, projektisuunnittelua ja käyttöönottoa varten. ETS on KNX-organisaation rekisteröimä tavaramerkki. /17,s.4./ ETS on ollut käytössä jo yli 20 vuotta ja uusin versio on ETS4. ETS4 tehostaa liiketoimintaa – ei ainoastaan teknisesti, vaan ennen kaikkea kaupallisesti. Se tukee kiinteistöautomaatioprojekteja seuraavilla alueilla: projektin suunnittelu, käyttöönotto, projektin dokumentointi, diagnostiikka ja vianmääritys. ETS tukee kaikkien laitevalmistajien tietokantoja. /18./

10.2 Työkohteen ohjelmointi

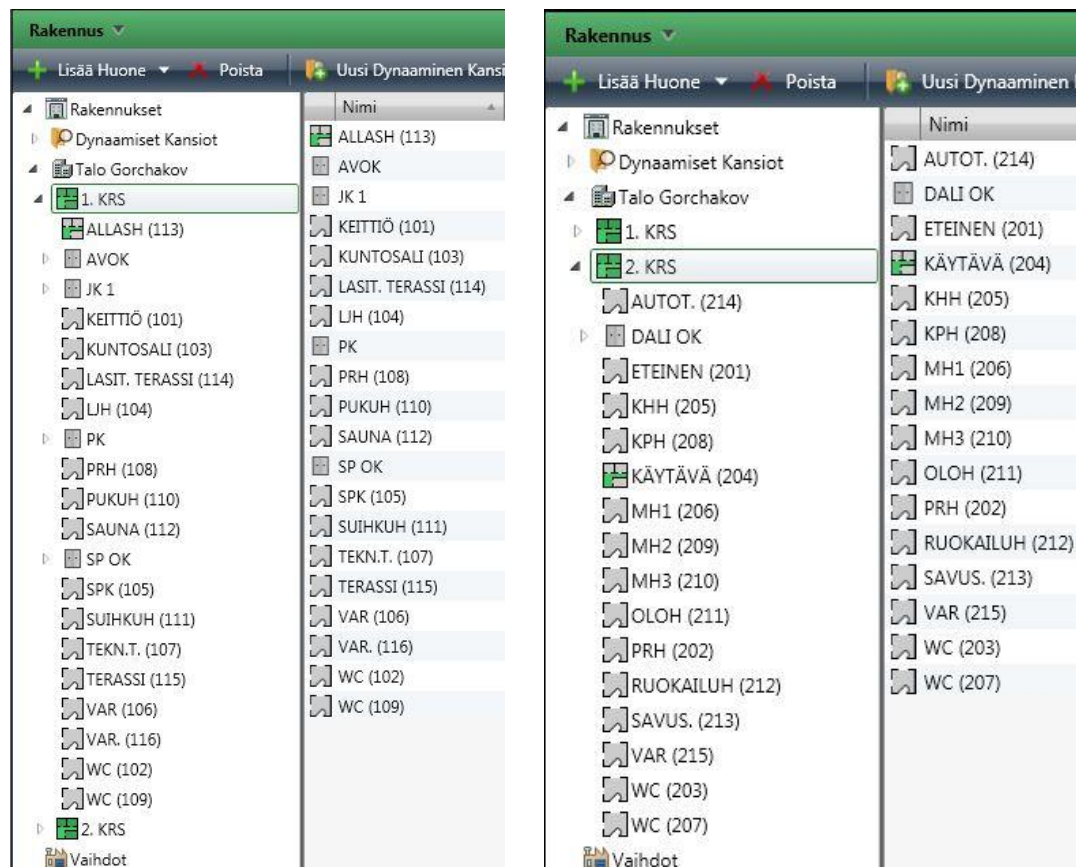
Ohjelmointi aloitetaan luomalla ohjelmaan tietokanta. Tietokanta sisältää KNX-komponentit. Laitevalmistajan tuotetietokannat löytyvät valmistajan kotisivuilta. Seuraava työvaihe on luoda uusi projekti. Projektin luomisessa määritellään projektin nimi, runkoverkko, media ja ryhmäosoitteen tyyli. Työkohde on kaapeloitu KLMA 4x0,8+0,8 parikaapelilla, joten käytin runkoverkkona ja tiedonsiirtona parikaapelia (TP=Twisted Pair). Kohteen suuruuden takia ja suunnittelijan kuvien perusteella

käytin kolmetasoista ryhmäosoitteen tyyliä. Kolmetasoinen ryhmäosoite on selkeämpi ohjelmoinnissa.



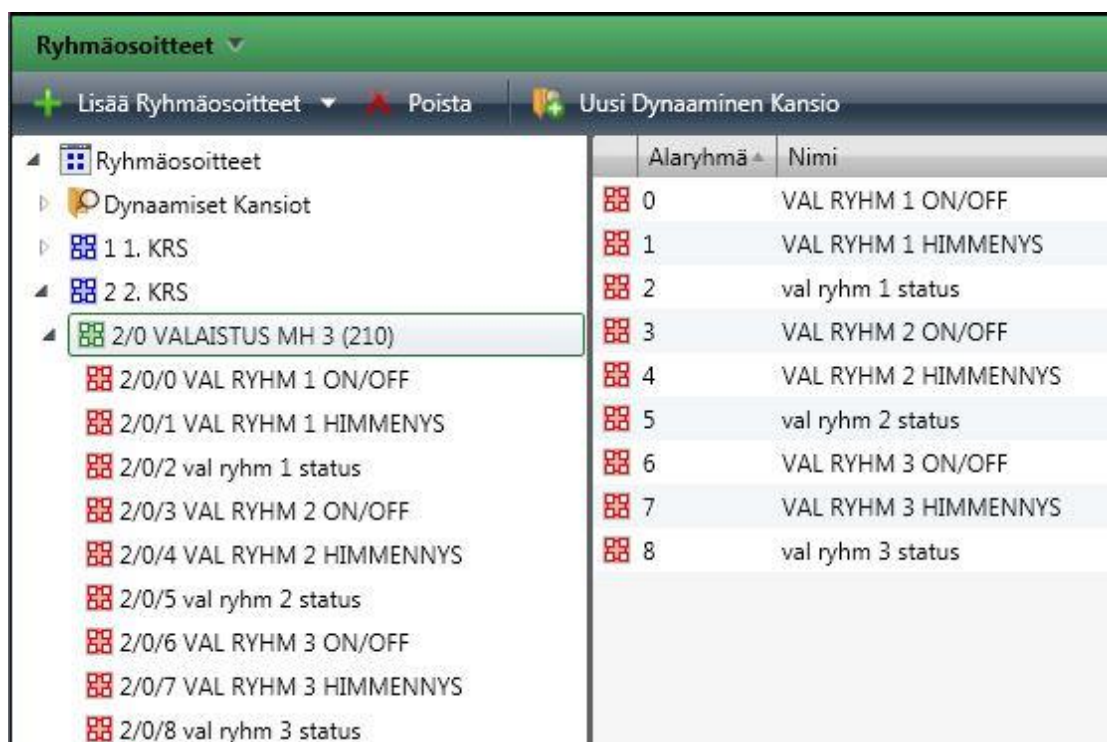
KUVA 11. Uuden projektin luominen

Projektin luotua määrittelin projektiin rakennuksen, keskuksset, huoneet ja muut rakennuksen struktuurit. Struktuurit lisäsin luonnollisessa järjestyksessä: rakennus, kerrokset, keskuksset, huoneet.



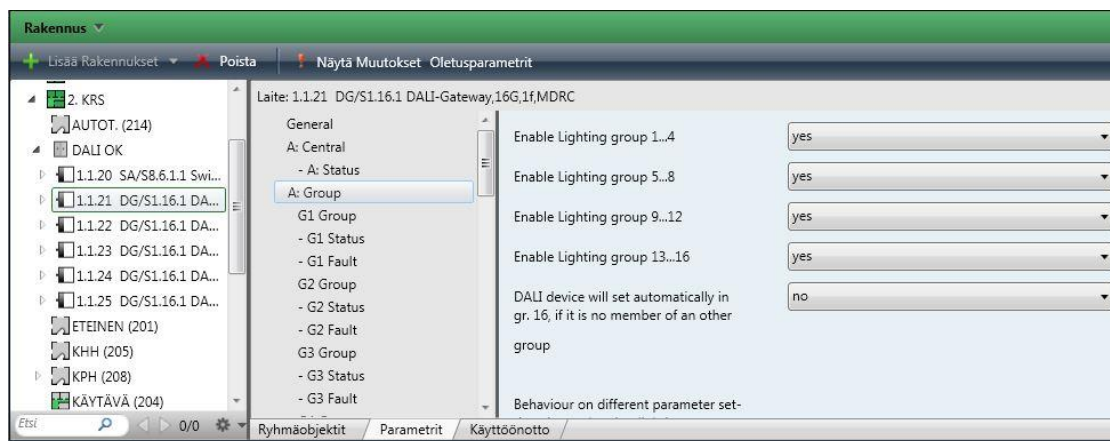
KUVA 12. 1. ja 2. kerroksen huoneet ja keskuksset

Seuraavaksi lisäsin keskuksiin komponentit ja huoneisiin anturit sekä määritin jokaiselle laitteelle yksilöllisen osoitteen, jonka suunnittelija oli määritellyt KNX-järjestelmäkaavioon. Seuraava työvaihe oli luoda projektiin ryhmäosoitteet. Ryhmäosoitteet jaotellaan kolmeen kategoriaan: pääryhmä, keskiryhmä ja ryhmäosoite. Pääryhmän muodostivat kerroskohtaiset toiminnot ja yhteiset toiminnot. Keskiryhmät määrittelin huonekohtaisesti ja ryhmäosoitteella halutun toiminnon.



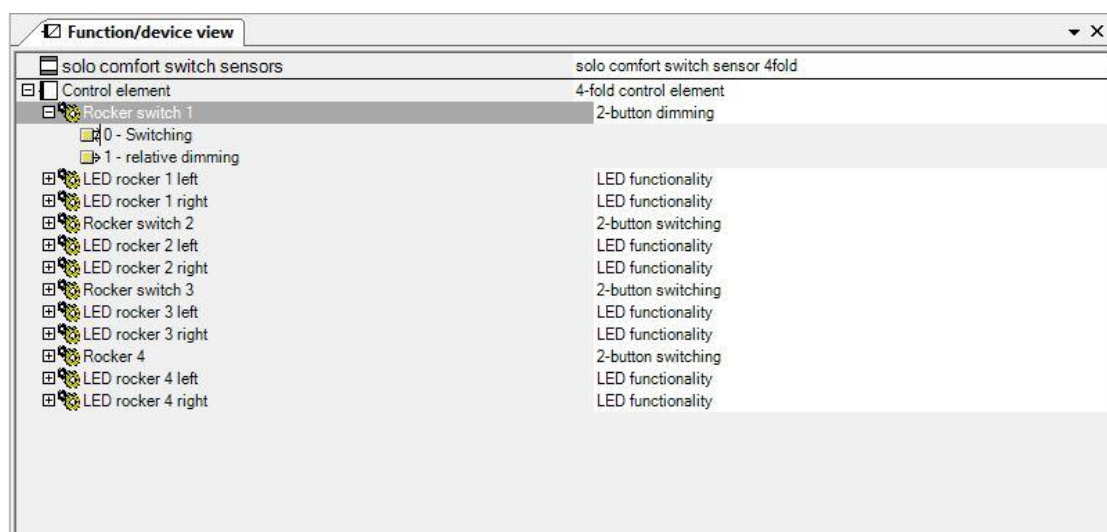
KUVA 13. Ryhmäosoitteiden määrittely

Ennen ryhmäosoitteiden linkitystä muutin kytkimien ja toimilaitteiden parametrit halutuiksi. Esimerkiksi DALI-säätimissä määrittelin ”tilatietovastauksen” ON/OFF- ja himmennystoiminnossa, lisäksi määritin säätimelle, että sillä voidaan ohjata 16 eri valaistusryhmää. Ilman parametrien muuttamista säätimellä voidaan ohjata 4 eri valaistusryhmää. Liiketunnistimissa määrittelin luksi-arvon, jolloin liiketunnistin alkaa reagoimaan liikkeeseen ja tekee tämän jälkeen halutun toiminnon eli tässä tilanteessa sytyttää kyseisen tilan valaisimet.



KUVA 14. DALI-säätimen parametrivalikko

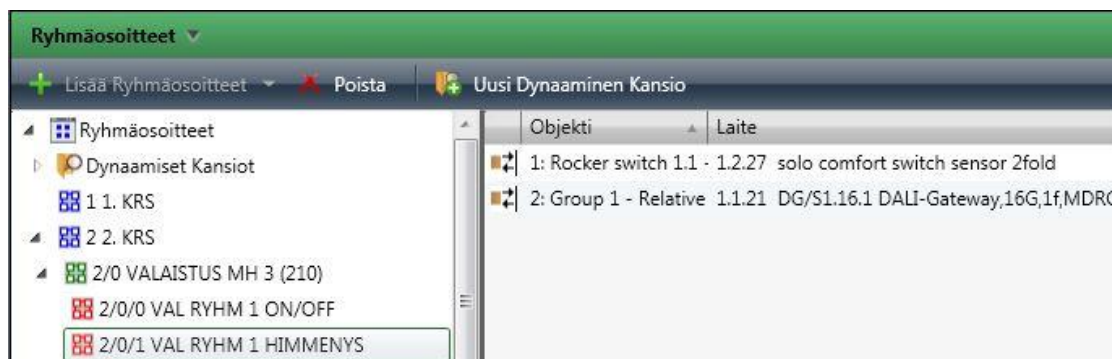
Käyttäessä ABB:n kytkimiä kytkimien parametrien muutokset tapahtuvat erillisellä power tool-ohjelmalla. Power tool-ohjelmalla määritellään muun muassa kytkintyyppi, mitä toimintoja kytkin tekee sekä kalusteen merkkivaloedien halutut toiminnot. Power tool-ohjelmalla voidaan tehdä kytkimien linkitys ryhmäosoitteisiin. Tämä nopeuttaa työtä, ettei tarvitse erikseen määritellä kytkimien parametrin ja tämän jälkeen joudut palamaan ETS-ohjelmaan tekemään ryhmäosoitteiden linkitystä.



KUVA 15. Power tool-ohjelman parametrivalikko

Määriteltyäni kytkimien ja toimilaitteiden parametrit halutuiksi linkitin ne ryhmäosoitteisiin. Ryhmäosoitteen tarkoitus on yhdistää tietyn tilan kytkin ja toimilaite keskenään, jolla saadaan haluttu toiminto. Esimerkiksi makuhuoneen 4-osaisen kytkimen ylimmäiset painikkeet himmentävät makuhuoneen DALI-valaistusryhmää yksi. Linkitys tapahtuu siten, että valitset halutun kytkimen ja sen painikkeen sekä toimilaitteen, jolla ohjataan kyseisen tilan esimerkiksi valaistusta ja

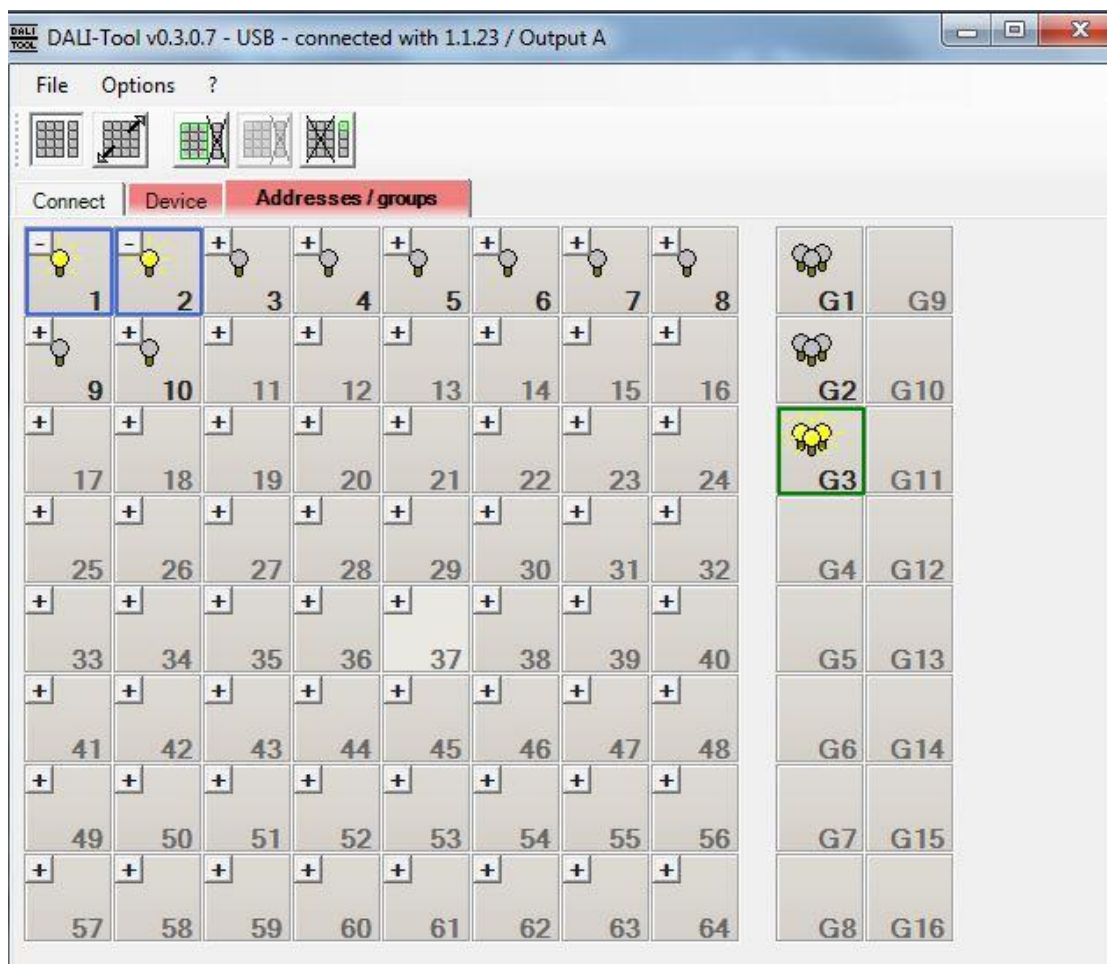
molemmat viedään haluttuun ryhmäosoitteeseen. Kuva 16:ssa esitetään ryhmäosoitteen linkitys.



KUVA 16. Ryhmäosoitteen linkitys

Määriteltyäni ja linkitettyä ryhmäosoitteet seuraava työvaiheeni oli ladata jokaiselle laitteelle yksilöllinen osoite. Yksilöllinen osoite määritellään KNX-laitteessa olevalla ohjelmointipainikkeella ja ETS-ohjelman avulla. Yksilöllinen osoite ladataan siten, että tietokone kytketään KNX-järjestelmän rajapintaan, valitaan haluttu laite, hiiren oikealla valitaan lataus ja lataa yksilöllinen osoite. Tämän jälkeen painetaan laitteen ohjelmointipainiketta, jolloin laite saa yksilöllisen osoitteen. Määriteltyäni jokaiselle laitteelle yksilöllisen osoitteen, latasin ETS-ohjelman KNX-järjestelmään eli tein KNX-järjestelmän käyttöönoton.

DALI-valaistusryhmien määrittely tehdään DALI-tool -sovelluksella. Sovelluksen avulla DALI-valaisimet määritellään haluttuihin valaisinryhmiin. Ohjelmointi aloitetaan siten, että sovelluksella otetaan DALI-himmentimeen yhteys. Yhteys muodostetaan USB-rajapinnan avulla. Yhteyden muodostettua sovellus kertoo, kuinka monta liitäntälaitetta on kyseisen säätimen perässä. Tämän jälkeen valaisimia voidaan ohjata päälle/pois-sovelluksen avulla. Tällä saadaan selvyys, mikä valaisin on mikäkin, sillä säädin määrittelee liitäntälaitteet sattumanvaraisesti. Tämän jälkeen valaisimet linkitetään haluttuihin valaistusryhmiin. Sovelluksen avulla voidaan määritellä muun muassa valaisimien himmennystasot, himmennysaika sekä valolähteen tilatieto. Kuva 17 on esitetty DALI-tool sovellus, jossa valaisimet määritellään haluttuihin valaistusryhmiin.



KUVA 17. DALI-tool sovellus, valaisimien tunnistaminen ja määrittely

11 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli toteuttaa toimiva KNX-järjestelmä omakotitaloon. Työhöni kuului asennustyöt, muutostyöt sekä KNX-järjestelmän käyttöönotto. Lisäksi pääsin tutustumaan DMX-protokollaan ja DALI-valaistusjärjestelmään. Työkohteen rakentaminen alkoi 2012 syksyllä ja ensimmäiset sähkötyöhön liittyvät työt aloitettiin keväällä 2013. Työkohte on edelleen kesken. Yläkerta alkaa pikkuhiljaa valmistumaan, mutta alakerta on vielä keskeneräinen. Tämä jo kertoo siitä, että työn aikana tuli paljon muutoksia ja muutokset olivat suuria, jotka tietysti vaikuttivat jokaisen työntekoon ja aikatauluihin. Opinnäytetyön loppuvaiheessa pääsin vasta ohjelmointitöihin. Tämä on tietysti harmillista, sillä työkohte on uniikki omakotitaloksi, josta olisin halunnut kirjoittaa opinnäytetyöhöni enemmän, mikäli olisin ehtinyt tehdä työhöni liittyviä töitä enemmän.

Muutoksien takia työt edistyivät alkuvaiheessa erittäin hitaasti. Tilaajan runsaista muutoksista johtuen työmaan kaapelointeja jouduttiin uusimaan siten, että valmiita kattoja ja väliseiniä piti purkaa. Lisäksi työn aikana tilaaja halusi muuttaa lähes kaikki valaisimet DALI-järjestelmän ohjattaviksi. Tästä johtuen osaan olemassa oleviin valaisimiin jouduttiin tilaamaan erillinen DALI-liitäntälaitte ja loput valaisimet vaihdettiin uusiin. Lisäksi tilaaja halusi muuttaa käytävän lattiavalaisimet RGB-valaisimiksi, alkuperäisten normaalien LED-valaisimien tilalle. Kyseisten valaisimien ja DMX-ohjaimen toimitusaika suoraan Saksasta oli noin 1,5 kuukautta. Työkohteen edetessä muutoksia ilmeni hieman vähemmän ja ne eivät onneksi vaikuttaneet työn etenemiseen.

Itse KNX-järjestelmän käyttöönotto eteni työssä hyvin. Tähän vaikutti se, että ETS-ohjelma oli minulle tuttu entuudestaan. Haasteita ohjelmointityössä toi DALI-tool -sovelluksen käyttö. Vaikka itse ohjelma on yksinkertainen, käytin sovellusta ensimmäistä kertaa, joten jouduin tutustumaan ohjelmaan ja sen ominaisuuksiin. Lisäksi USB-rajapinta toi aluksi haasteita ohjelmointityössä. Alun perin USB-rajapinta oli sijoitettu pääkeskukseen ja linjayhdistimien kautta tiedonsiirto olisi välitetty jakokeskukselle ja yläkerran väylälaitteille. Vaikka määrittelin linjayhdistimien parametrit siten, että ne laskevat väylän kaikki sanomat läpi, en saanut ladattua yläkerran väylälaitteille ohjelmia. Ongelman ratkaisin siirtämällä USB-rajapinnan jakokeskukseen ja kytkemällä rajapinnan suoraan väylään, joka vaikuttaa yläkerran antureihin ja toimilaitteille. Ehdin ohjelmoida yläkerran valaistukset ja pistorasioiden ohjaukset lähes kokonaan. Yläkerran RGB-valoihin en ennättänyt perehtymään syvällisemmin. Perus värinvaihto ominaisuudet sain määriteltyä makuuhuoneen RGB-valoille.

Työkohteen haasteellisuuden vuoksi oli hyvä, että kohde toteutettiin käyttäen KNX-järjestelmää. KNX-järjestelmän ansiosta kohteen kaikki sähköiset toiminnot keskitettiin yhdeksi järjestelmäksi. Lisäksi kohteesta saadaan energiatehokas, sekä se lisää käyttömukavuutta ja joustavuutta. Kohteen muutoksien ja tilaajan vaatimusten vuoksi järjestelmän joustavuus ja muunneltavuus oli kohteessa kaiken A ja O! Kohteen suuruuden ja erilaisten ohjauksien vuoksi kaapelointi oli yksinkertaisempaa ja nopeampaa toteuttaa käyttäen väylätekniikkaa. Näin välttyttiin erillisiltä ohjauskeskuksilta ja jälkeenpäin on helppo tehdä tarvittavia muutoksia ohjelmointipuolella.

Parannusehdotuksia löytyy työstäni ja kerron niistä seuraavaksi. Projektin alussa olisi hyvä neuvotella tilaajan kanssa mahdollisimman tarkkaan, mitä halutaan järjestelmältä ja mitkä ovat tilaajan toiveet. Tämän jälkeen tehdään KNX-pisteluettelo. Pisteluettelosta selviää KNX-laitteen tarvittavat tiedot: laitteen fyysinen osoite, huone/tila, jossa laite sijaitsee, laitteen ohjauspisteet ja ohjauspisteen ryhmäosoitteet, muut KNX-painikkeet ja ohjattavat kojeet samassa tilassa sekä laitteen tyyppi ja valmistaja. ABB:ltä löytyy valmis KNX-pisteluettelon pohja, omani sain suunnittelijalta. Pisteluettelo on hyvä arkistoida loppupiirustuksiin ja dokumentteihin. Pisteluettelon avulla ohjelmointityö on helpompaa ja nopeampaa. Liite 6 on suunnittelijan tekemä pisteluettelon pohja

Kun tilaajan toiveet ovat tiedossa, kannattaa ETS-ohjelmaan tehdä ryhmäosoitteet valmiiksi ja lisätä niihin tarvittavat kytkimet ja toimilaitteet. Tämä nopeuttaa KNX-järjestelmän käyttöönottamista. Itse jouduin tekemään ryhmäosoitteet työmaalla, koska en tiennyt, mitkä olivat tilaajan toiveet. Tämä tietysti hankaloitti työn etenemistä, mutta pääsimme yhteisymmärrykseen tilaajan kanssa, miten yläkerran huoneet ja tilat ohjelmoidaan.

Onnistuin työssäni mielestäni hyvin siihen nähden, mitkä olivat projektin lähtökohdat. Aikataulut pettivät pahasti, tilaajan toiveet muuttuivat useasti, osa KNX-laitteista ei ehtinyt tulla ajallaan työkohteeseen ja lisäksi hoidin opinnäytetyöni aikana muitakin työkohteita. Tavoitteena oli ohjelmoida yläkerran KNX-väylä toimintakuntoon ja onnistuin siinä. Yläkerran sälekaihtimia en ohjelmoinut, koska sälekaihtimia ja niiden moottoreita ei ollut vielä toimitettu. 7” kosketusnäyttöä en vielä ohjelmoinut toimintakuntoon, koska tilaajalla oli toistaiseksi liian paljon variaatioita näytön ohjelmointiin. Jakokeskukseen liittyvät muutostyöt sain tehtyä ja sitä mukaan päivitin keskuksen piirikaaviot. Tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen. Kohteen lopullinen valmistumisaika on todennäköisesti tämän vuoden aikana.

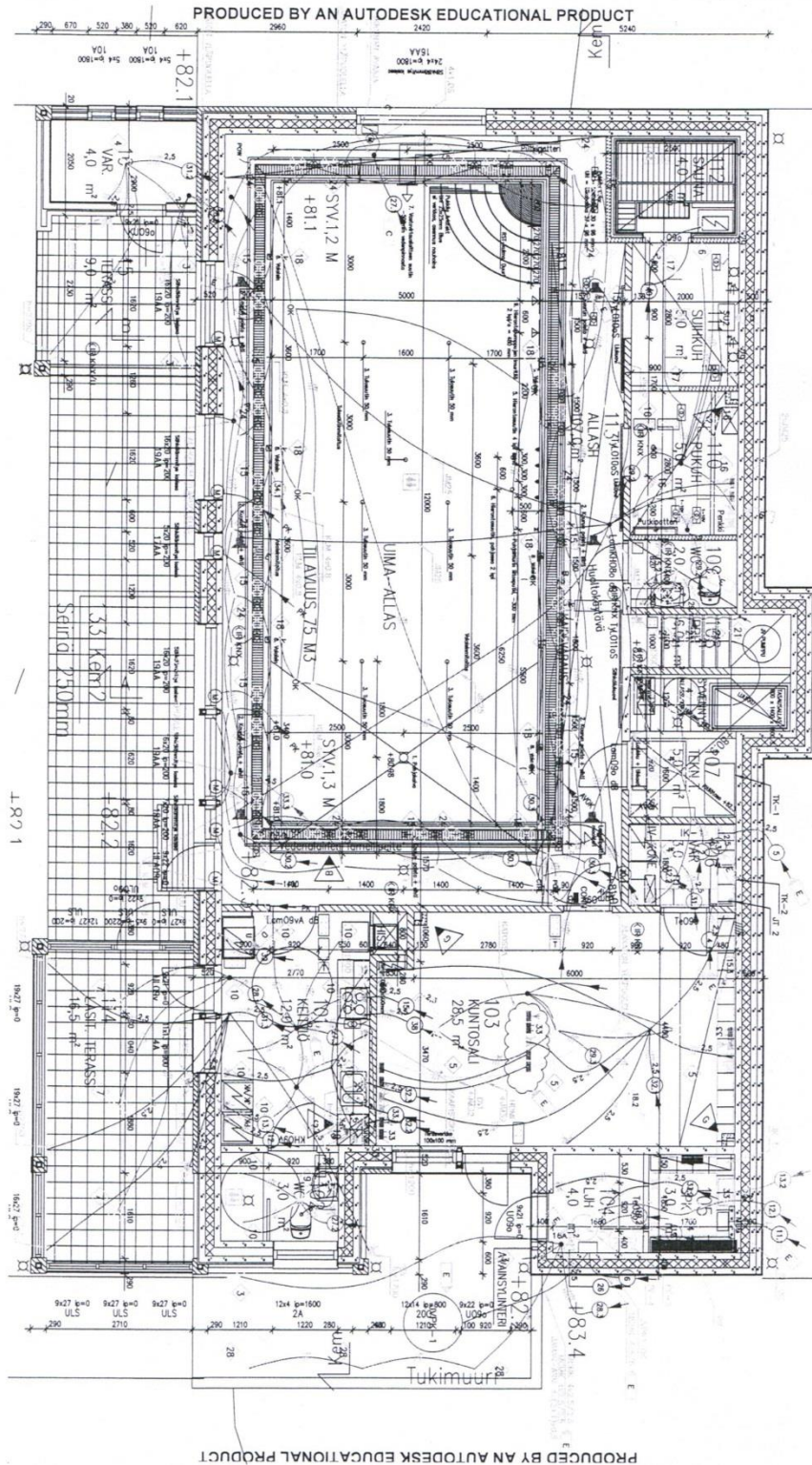
LÄHTEET

1. ABB. KNX-taloautomaatio on Standardi. Verkkodokumentti.
http://www.asennustuotteet.fi/67/KNX-taloautomaatio%20on%20Standardi%20_FIN1.html. Ei julkaisutietoa. Luettu 3.1.2014
2. ABB. KNX taloautomaatio 2012. Kurssimateriaali. Pdf-dokumentti. Luettu 3.1.2014
3. ABB. KNX perusteet. Kurssimateriaali. Pdf-dokumentti. 2013. Luettu 3.1.2014
4. Hendell. KNX-taloautomaatio. Verkkodokumentti.
<http://www.hendell.fi/index.php?page=knx-taloautomaatio>. Ei julkaisutietoa. Luettu 3.1.2014
5. Schneider Electric. KNX sertifiointikurssi, KNX-järjestelmän perusteet. Kurssimateriaali. Ei julkaisutietoa. Luettu 3.1.2014
6. Schneider Electric. KNX Kiinteistöautomaatioratkaisuja kaikenlaisiin rakennuksiin. Pdf-dokumentti. http://www.schneider-electric.fi/documents/fi_luettelot/KNX_luettelo.PDF. Ei julkaisutietoa. Luettu 3.1.2014
7. Muudi. RGB-Led valaistus. Verkkodokumentti. http://muudi.fi/rgb_led. 2010. Luettu 5.2.2014
8. Osram. DMX – viihdealan täsmäammattilainen ja RGB-moniosaaja. Verkkodokumentti. http://www.osram.fi/osram_fi/uutiset--tiedot/valonsaetaoejaerjestelmaet/teknologiat/dmx/index.jsp. Ei julkaisutietoa. Luettu 5.2.2014
9. Fagerhult. Valonsäätö Mahdollisuudet. Pdf-dokumentti.
http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato_12.pdf. Ei julkaisutietoa. Luettu 5.2.2014
10. Osram. DALI – ammattimaisiin valaistusjärjestelmiin. Verkkodokumentti.
http://www.osram.fi/osram_fi/uutiset--tiedot/valonsaetaoejaerjestelmaet/teknologiat/dali/index.jsp. Ei julkaisutietoa. Luettu 5.2.2014
11. Sinisalo Matti. Toimistovalauksen ohjausjärjestelmät ja elinkaarikustannustarkastelu. Diplomityö.
<http://lib.tkk.fi/Dipl/2011/urn100425.pdf>. 2011. Luettu 5.2.2014
12. Luotonen Ville. Avoimen kotiautomaatiojärjestelmän lanseeraus. Diplomityö.
http://www.diem.fi/files/news/Avoimen_kotiautomaatiojarjestelman_lanseeraus.pdf. 2009. Luettu 5.2.2014

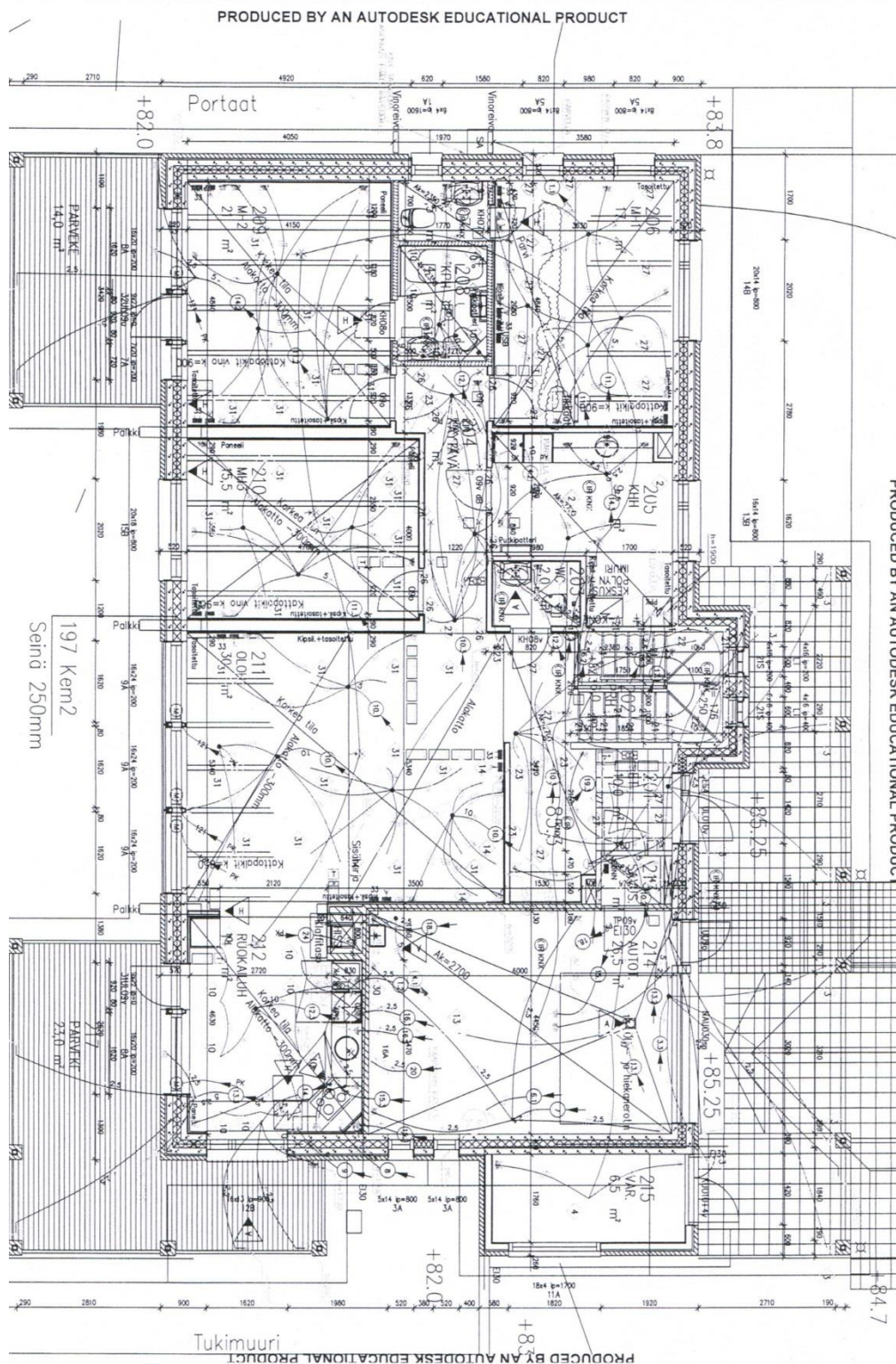
13. Pietilä Vesa. Älykkään kiinteistön energiakulutuksen seurannan kehittäminen ja demonstrointi. Diplomityö.
<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21551/Pietila.pdf?sequence=1>. 2012. Luettu 5.2.2014
14. Schneider Electric. KNX DALI-rajapinta. Verkkodokumentti.
http://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=LSB02552_FI. 2013. Luettu 5.2.2014
15. ABB. ABB i-bus KNX. Pdf-dokumentti.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/e784bbf356160fec125777e002aa94a/\\$file/0156_systembe_gb_06_09.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/e784bbf356160fec125777e002aa94a/$file/0156_systembe_gb_06_09.pdf). Ei julkaisutietoa. Luettu 5.2.2014
16. Schneider Electric. KNX Lämm. ohjausyks. 6x230V DIN. Verkkodokumentti.
<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=731209&groupid=131359&navid=32132&navoption=1>. Ei julkaisutietoa. Luettu 18.2.2014
17. Schneider Electric. KNX sertifiointikurssi, ETS 4-projektisuunnittelu. Kurssimateriaali. Ei julkaisutietoa. Luettu 6.3.2014
18. KNX Finland Ry. ETS. Verkkodokumentti.
<http://www.knx.fi/index.php?k=220467>. Ei julkaisutietoa. Luettu 6.3.2014
19. Schneider Electric. KNX sertifiointikurssi, KNX TP1-asennus. Kurssimateriaali. Ei julkaisutietoa. Luettu 10.3.2014
20. KNX Association cvba. KNX, Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 5. painos. 2006. Luettu 10.3.2014
21. Schneider Electric. KNX-kommunikointi. Kurssimateriaali. Ei julkaisutietoa. Luettu 10.3.2014
22. ABB. Logiikkayksiköt. Verkkodokumentti.
http://www.asennustuotteet.fi/catalog/15981/product/24357/ABZ%2fS2.1_FI_N1.html. Ei julkaisutietoa. Luettu 11.3.2014
23. ABB. Logiikkayksikkö verhomoottorien ohjauksiin. Verkkodokumentti.
http://www.asennustuotteet.fi/catalog/16335/product/24395/JSB%2fS1.1_FIN1.html. Ei julkaisutietoa. Luettu 11.3.2014
24. Schneider Electric. Sääasema Basic. Verkkodokumentti.
<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=298059&navid=32125&navoption=1>. Ei julkaisutietoa. Luettu 11.3.2014
25. KNX Association. Consultants Guide. Pdf-dokumentti. <http://www.light-and-magic.com/pdf/KNXConsultantsGuidev2.7.pdf>. Julkaistu 2009. Luettu 11.3.2014

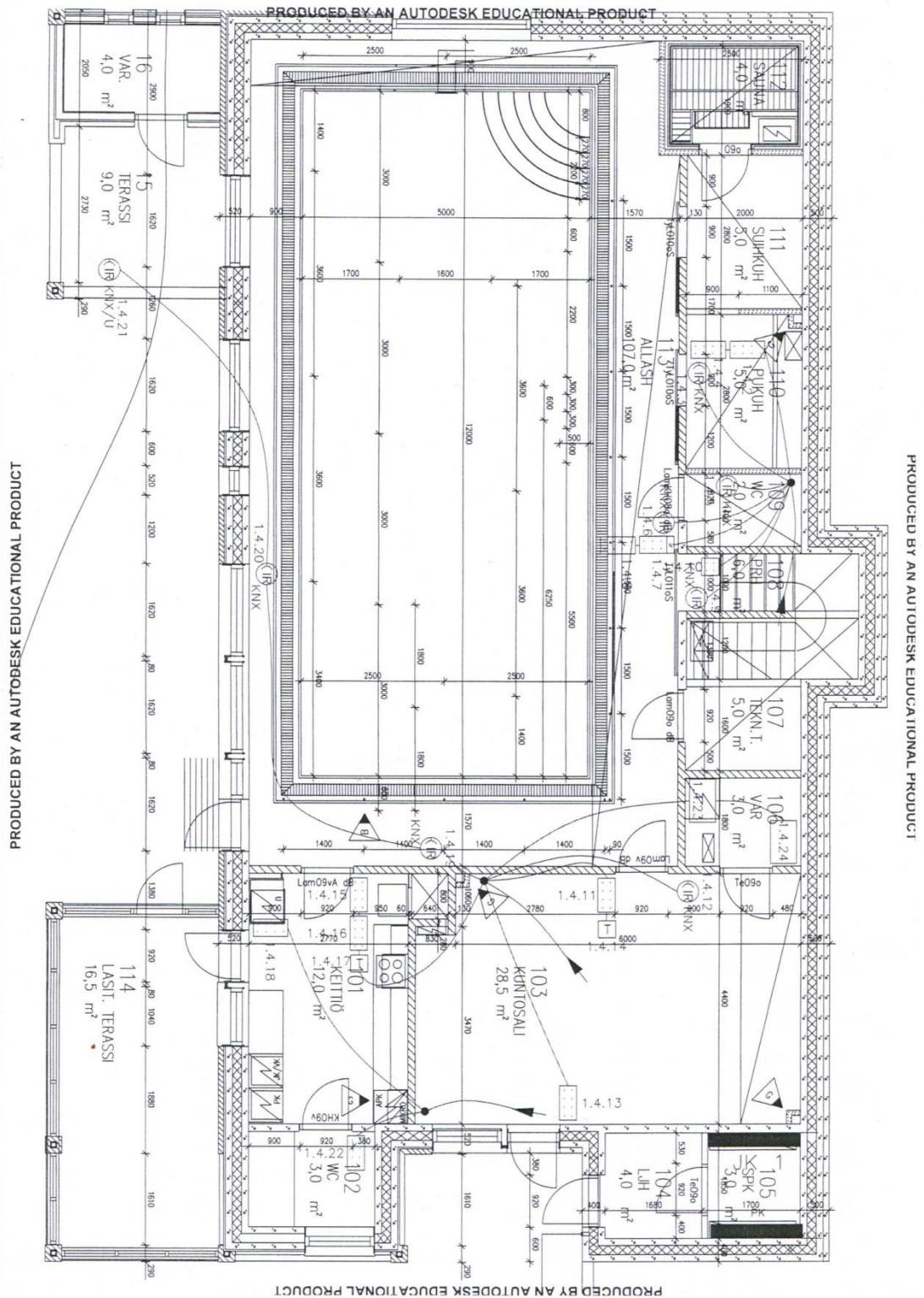
26. Schneider Electric. KNX sertifiontikurssi, KNX TP1 Topologia. Kurssimateriaali. Ei julkaisutietoa. Luettu 10.3.2014
27. ABB. Binäärivastaanotin. Verkkodokumentti
http://www.asennustuotteet.fi/catalog/16728/Bin%C3%A4%C3%A4rivastaanotin%204%20kanavaa_FIN1.html. Ei julkaisutietoa. Luettu 13.3.2014

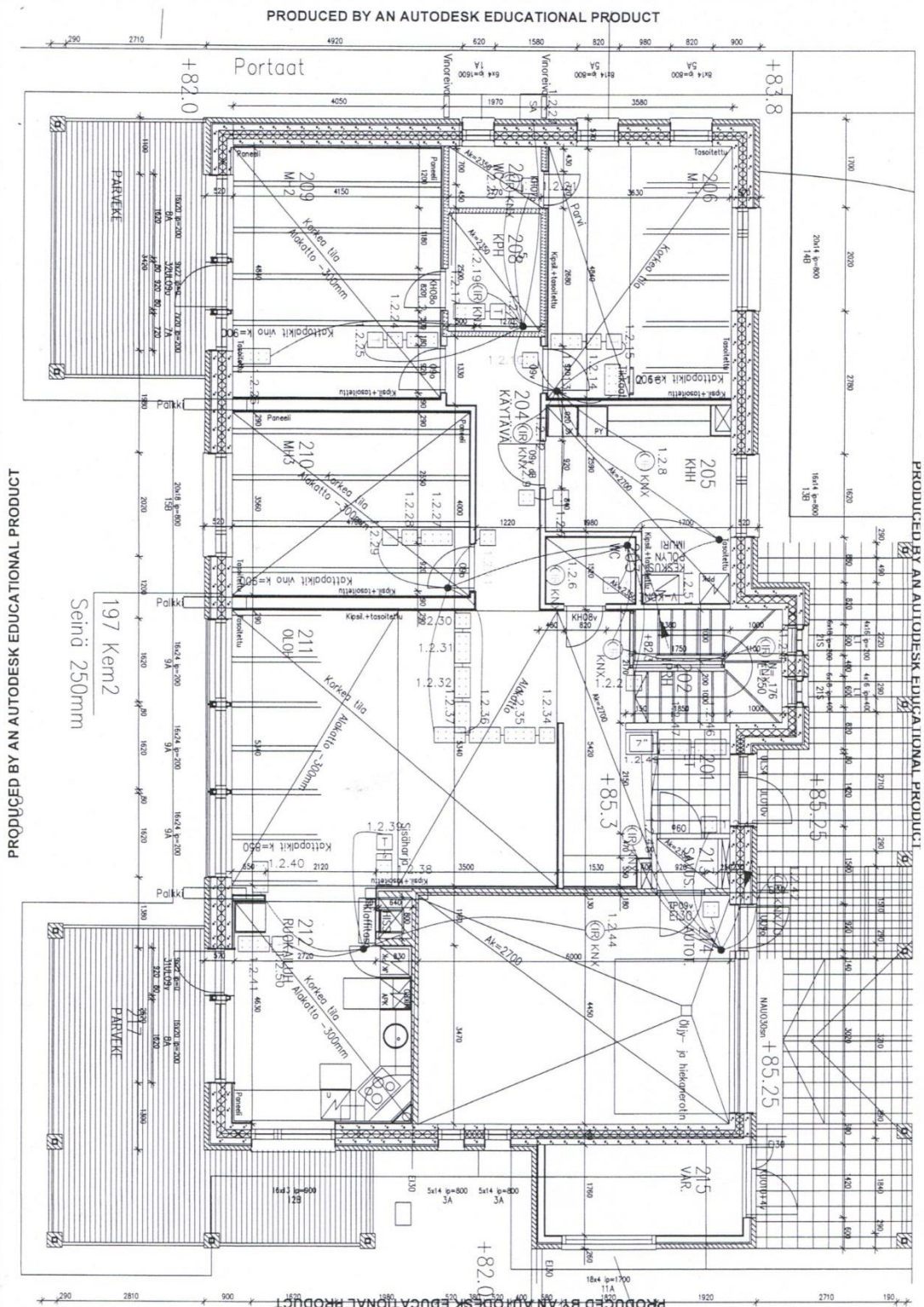
1.kerroksen pohjakuva



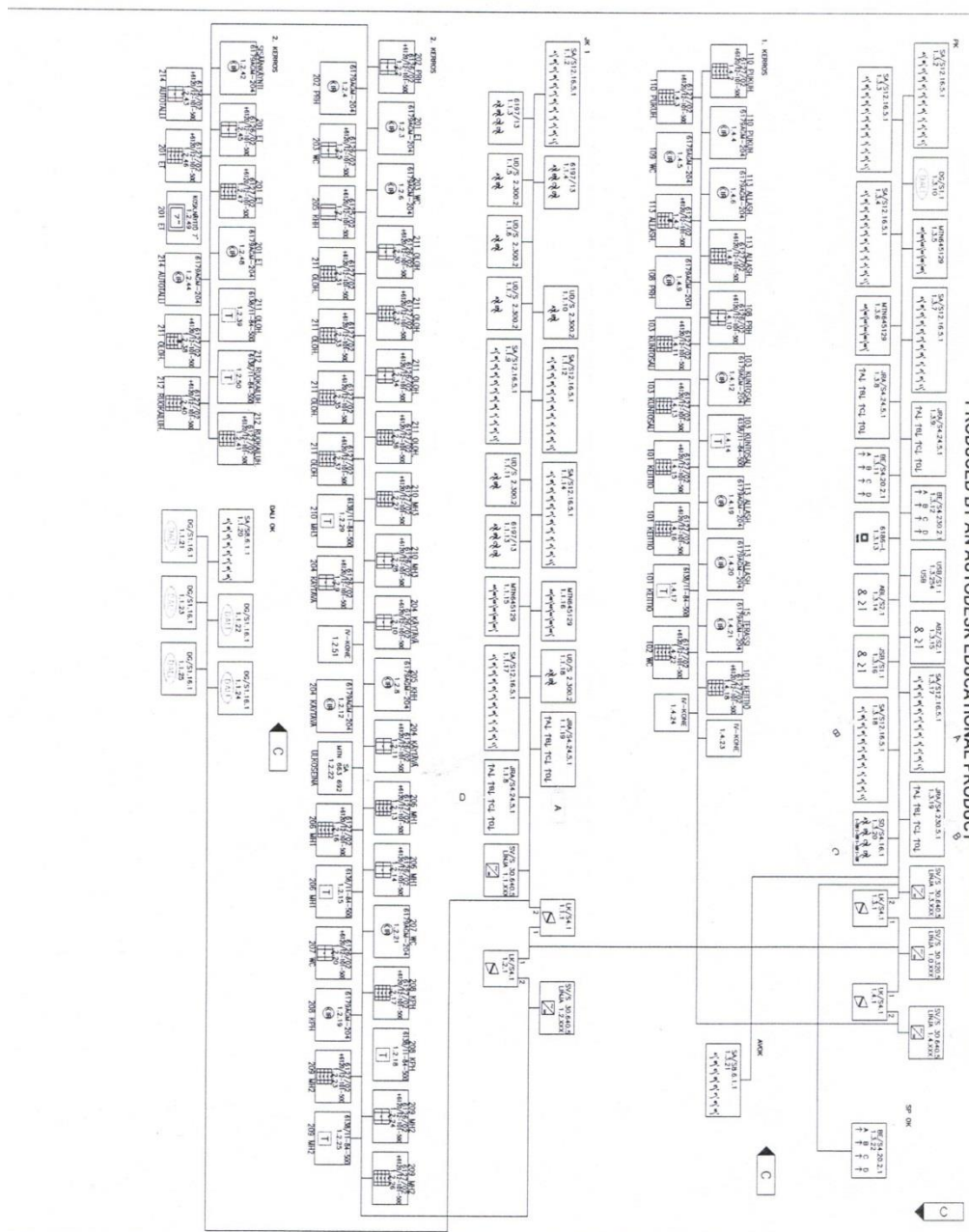
2.kerroksen pohjakuva







PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



KNX-pisteluettelo

Kohde	Gorchakov, Tenhamoinkatu 20 53850 Lappeenranta		
Pvm	4.11.2013	Piir.no	610
Suun.	JKs	Muutos	

Fyysinen osoite	
Positionumero	
Huone / Tila	
Valmistaja	
Tyyppi	
Väyläliityntäyksikkö	

Muut KNX painikkeet ja ohjaavat kojeet samassa tilassa		Fyysinen osoite
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

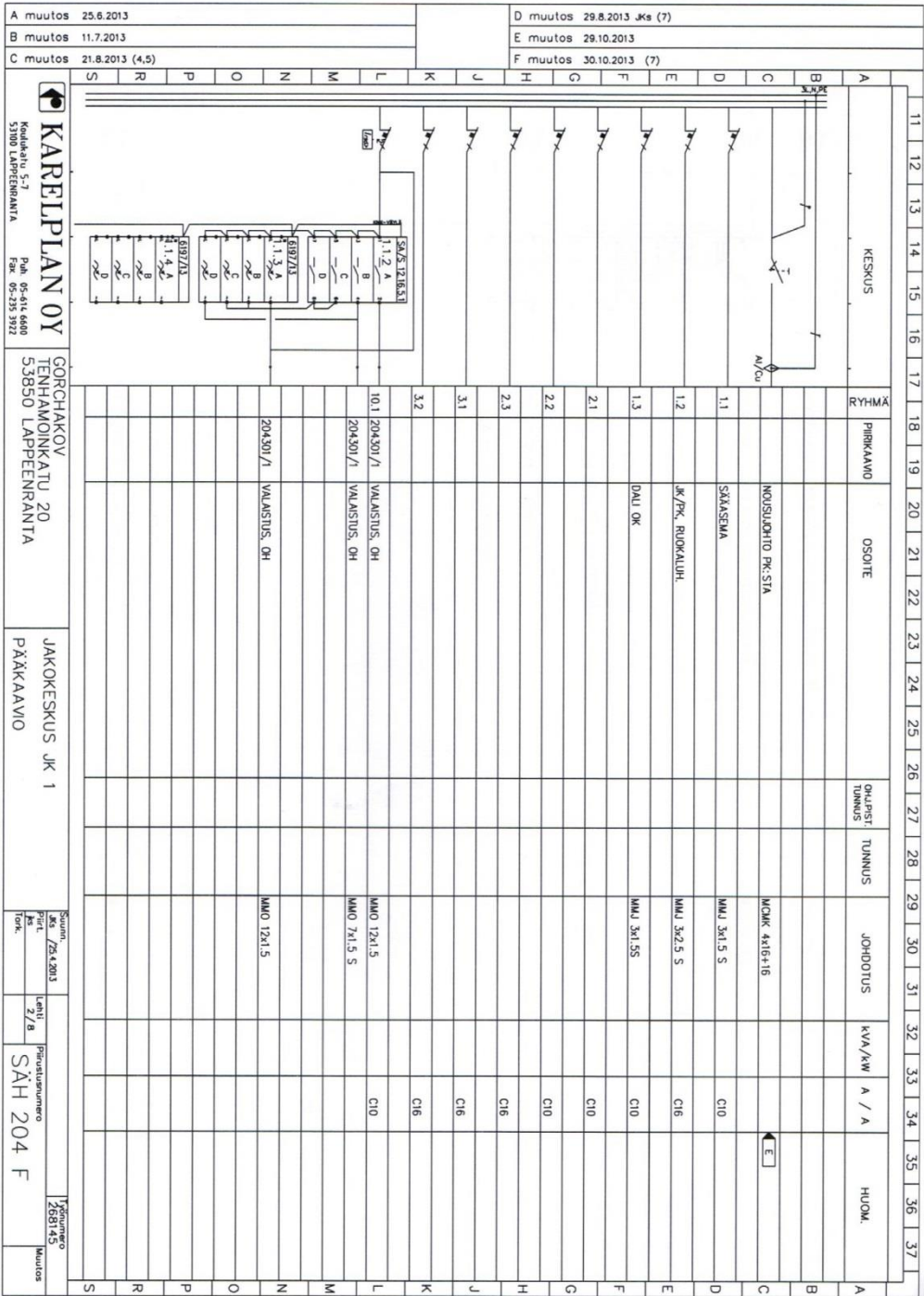
Ohjaus pisteet:		Ryhmäosoite
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

Huomautuksia	

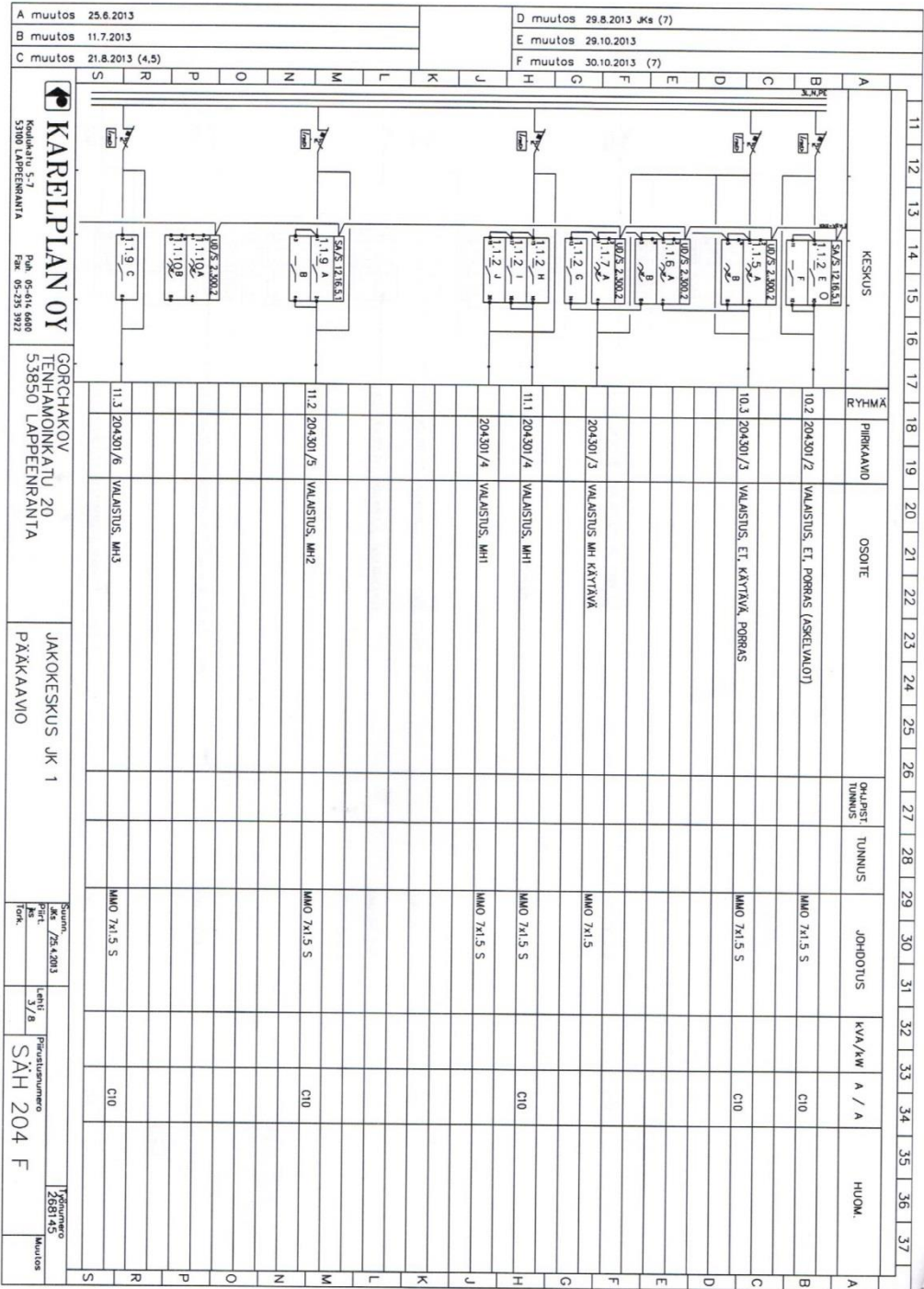
Revisio A
Revisio B
Revisio C
Revisio D

Fyysinen osoite	
-----------------	--

Jakokeskuksen KNX-keskuskaavio



Jakokeskuksen KNX-keskuskaavio



A muutos	25.6.2013	D muutos	29.8.2013 Jks (7)
B muutos	11.7.2013	E muutos	29.10.2013
C muutos	21.8.2013 (4,5)	F muutos	30.10.2013 (7)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
KESKUS	RYHMÄ	PIIRKKAMO	OSOITE	OHJAST. TUNNUS	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.									
<div><div>1.1.14H</div><div>1.1.15A</div><div>1.1.16A</div><div>1.1.17A</div><div>1.1.18A</div><div>1.1.19A</div><div>1.1.20A</div><div>1.1.21A</div><div>1.1.22A</div><div>1.1.23A</div><div>1.1.24A</div><div>1.1.25A</div><div>1.1.26A</div><div>1.1.27A</div><div>1.1.28A</div><div>1.1.29A</div><div>1.1.30A</div><div>1.1.31A</div><div>1.1.32A</div><div>1.1.33A</div><div>1.1.34A</div><div>1.1.35A</div><div>1.1.36A</div><div>1.1.37A</div><div>1.1.38A</div><div>1.1.39A</div><div>1.1.40A</div><div>1.1.41A</div><div>1.1.42A</div><div>1.1.43A</div><div>1.1.44A</div><div>1.1.45A</div><div>1.1.46A</div><div>1.1.47A</div><div>1.1.48A</div><div>1.1.49A</div><div>1.1.50A</div><div>1.1.51A</div><div>1.1.52A</div><div>1.1.53A</div><div>1.1.54A</div><div>1.1.55A</div><div>1.1.56A</div><div>1.1.57A</div><div>1.1.58A</div><div>1.1.59A</div><div>1.1.60A</div><div>1.1.61A</div><div>1.1.62A</div><div>1.1.63A</div><div>1.1.64A</div><div>1.1.65A</div><div>1.1.66A</div><div>1.1.67A</div><div>1.1.68A</div><div>1.1.69A</div><div>1.1.70A</div><div>1.1.71A</div><div>1.1.72A</div><div>1.1.73A</div><div>1.1.74A</div><div>1.1.75A</div><div>1.1.76A</div><div>1.1.77A</div><div>1.1.78A</div><div>1.1.79A</div><div>1.1.80A</div><div>1.1.81A</div><div>1.1.82A</div><div>1.1.83A</div><div>1.1.84A</div><div>1.1.85A</div><div>1.1.86A</div><div>1.1.87A</div><div>1.1.88A</div><div>1.1.89A</div><div>1.1.90A</div><div>1.1.91A</div><div>1.1.92A</div><div>1.1.93A</div><div>1.1.94A</div><div>1.1.95A</div><div>1.1.96A</div><div>1.1.97A</div><div>1.1.98A</div><div>1.1.99A</div><div>1.2.00A</div><div>1.2.01A</div><div>1.2.02A</div><div>1.2.03A</div><div>1.2.04A</div><div>1.2.05A</div><div>1.2.06A</div><div>1.2.07A</div><div>1.2.08A</div><div>1.2.09A</div><div>1.2.10A</div><div>1.2.11A</div><div>1.2.12A</div><div>1.2.13A</div><div>1.2.14A</div><div>1.2.15A</div><div>1.2.16A</div><div>1.2.17A</div><div>1.2.18A</div><div>1.2.19A</div><div>1.2.20A</div><div>1.2.21A</div><div>1.2.22A</div><div>1.2.23A</div><div>1.2.24A</div><div>1.2.25A</div><div>1.2.26A</div><div>1.2.27A</div><div>1.2.28A</div><div>1.2.29A</div><div>1.2.30A</div><div>1.2.31A</div><div>1.2.32A</div><div>1.2.33A</div><div>1.2.34A</div><div>1.2.35A</div><div>1.2.36A</div><div>1.2.37A</div><div>1.2.38A</div><div>1.2.39A</div><div>1.2.40A</div><div>1.2.41A</div><div>1.2.42A</div><div>1.2.43A</div><div>1.2.44A</div><div>1.2.45A</div><div>1.2.46A</div><div>1.2.47A</div><div>1.2.48A</div><div>1.2.49A</div><div>1.2.50A</div><div>1.2.51A</div><div>1.2.52A</div><div>1.2.53A</div><div>1.2.54A</div><div>1.2.55A</div><div>1.2.56A</div><div>1.2.57A</div><div>1.2.58A</div><div>1.2.59A</div><div>1.2.60A</div><div>1.2.61A</div><div>1.2.62A</div><div>1.2.63A</div><div>1.2.64A</div><div>1.2.65A</div><div>1.2.66A</div><div>1.2.67A</div><div>1.2.68A</div><div>1.2.69A</div><div>1.2.70A</div><div>1.2.71A</div><div>1.2.72A</div><div>1.2.73A</div><div>1.2.74A</div><div>1.2.75A</div><div>1.2.76A</div><div>1.2.77A</div><div>1.2.78A</div><div>1.2.79A</div><div>1.2.80A</div><div>1.2.81A</div><div>1.2.82A</div><div>1.2.83A</div><div>1.2.84A</div><div>1.2.85A</div><div>1.2.86A</div><div>1.2.87A</div><div>1.2.88A</div><div>1.2.89A</div><div>1.2.90A</div><div>1.2.91A</div><div>1.2.92A</div><div>1.2.93A</div><div>1.2.94A</div><div>1.2.95A</div><div>1.2.96A</div><div>1.2.97A</div><div>1.2.98A</div><div>1.2.99A</div><div>1.3.00A</div><div>1.3.01A</div><div>1.3.02A</div><div>1.3.03A</div><div>1.3.04A</div><div>1.3.05A</div><div>1.3.06A</div><div>1.3.07A</div><div>1.3.08A</div><div>1.3.09A</div><div>1.3.10A</div><div>1.3.11A</div><div>1.3.12A</div><div>1.3.13A</div><div>1.3.14A</div><div>1.3.15A</div><div>1.3.16A</div><div>1.3.17A</div><div>1.3.18A</div><div>1.3.19A</div><div>1.3.20A</div><div>1.3.21A</div><div>1.3.22A</div><div>1.3.23A</div><div>1.3.24A</div><div>1.3.25A</div><div>1.3.26A</div><div>1.3.27A</div><div>1.3.28A</div><div>1.3.29A</div><div>1.3.30A</div><div>1.3.31A</div><div>1.3.32A</div><div>1.3.33A</div><div>1.3.34A</div><div>1.3.35A</div><div>1.3.36A</div><div>1.3.37A</div><div>1.3.38A</div><div>1.3.39A</div><div>1.3.40A</div><div>1.3.41A</div><div>1.3.42A</div><div>1.3.43A</div><div>1.3.44A</div><div>1.3.45A</div><div>1.3.46A</div><div>1.3.47A</div><div>1.3.48A</div><div>1.3.49A</div><div>1.3.50A</div><div>1.3.51A</div><div>1.3.52A</div><div>1.3.53A</div><div>1.3.54A</div><div>1.3.55A</div><div>1.3.56A</div><div>1.3.57A</div><div>1.3.58A</div><div>1.3.59A</div><div>1.3.60A</div><div>1.3.61A</div><div>1.3.62A</div><div>1.3.63A</div><div>1.3.64A</div><div>1.3.65A</div><div>1.3.66A</div><div>1.3.67A</div><div>1.3.68A</div><div>1.3.69A</div><div>1.3.70A</div><div>1.3.71A</div><div>1.3.72A</div><div>1.3.73A</div><div>1.3.74A</div><div>1.3.75A</div><div>1.3.76A</div><div>1.3.77A</div><div>1.3.78A</div><div>1.3.79A</div><div>1.3.80A</div><div>1.3.81A</div><div>1.3.82A</div><div>1.3.83A</div><div>1.3.84A</div><div>1.3.85A</div><div>1.3.86A</div><div>1.3.87A</div><div>1.3.88A</div><div>1.3.89A</div><div>1.3.90A</div><div>1.3.91A</div><div>1.3.92A</div><div>1.3.93A</div><div>1.3.94A</div><div>1.3.95A</div><div>1.3.96A</div><div>1.3.97A</div><div>1.3.98A</div><div>1.3.99A</div><div>1.4.00A</div><div>1.4.01A</div><div>1.4.02A</div><div>1.4.03A</div><div>1.4.04A</div><div>1.4.05A</div><div>1.4.06A</div><div>1.4.07A</div><div>1.4.08A</div><div>1.4.09A</div><div>1.4.10A</div><div>1.4.11A</div><div>1.4.12A</div><div>1.4.13A</div><div>1.4.14A</div><div>1.4.15A</div><div>1.4.16A</div><div>1.4.17A</div><div>1.4.18A</div><div>1.4.19A</div><div>1.4.20A</div><div>1.4.21A</div><div>1.4.22A</div><div>1.4.23A</div><div>1.4.24A</div><div>1.4.25A</div><div>1.4.26A</div><div>1.4.27A</div><div>1.4.28A</div><div>1.4.29A</div><div>1.4.30A</div><div>1.4.31A</div><div>1.4.32A</div><div>1.4.33A</div><div>1.4.34A</div><div>1.4.35A</div><div>1.4.36A</div><div>1.4.37A</div><div>1.4.38A</div><div>1.4.39A</div><div>1.4.40A</div><div>1.4.41A</div><div>1.4.42A</div><div>1.4.43A</div><div>1.4.44A</div><div>1.4.45A</div><div>1.4.46A</div><div>1.4.47A</div><div>1.4.48A</div><div>1.4.49A</div><div>1.4.50A</div><div>1.4.51A</div><div>1.4.52A</div><div>1.4.53A</div><div>1.4.54A</div><div>1.4.55A</div><div>1.4.56A</div><div>1.4.57A</div><div>1.4.58A</div><div>1.4.59A</div><div>1.4.60A</div><div>1.4.61A</div><div>1.4.62A</div><div>1.4.63A</div><div>1.4.64A</div><div>1.4.65A</div><div>1.4.66A</div><div>1.4.67A</div><div>1.4.68A</div><div>1.4.69A</div><div>1.4.70A</div><div>1.4.71A</div><div>1.4.72A</div><div>1.4.73A</div><div>1.4.74A</div><div>1.4.75A</div><div>1.4.76A</div><div>1.4.77A</div><div>1.4.78A</div><div>1.4.79A</div><div>1.4.80A</div><div>1.4.81A</div><div>1.4.82A</div><div>1.4.83A</div><div>1.4.84A</div><div>1.4.85A</div><div>1.4.86A</div><div>1.4.87A</div><div>1.4.88A</div><div>1.4.89A</div><div>1.4.90A</div><div>1.4.91A</div><div>1.4.92A</div><div>1.4.93A</div><div>1.4.94A</div><div>1.4.95A</div><div>1.4.96A</div><div>1.4.97A</div><div>1.4.98A</div><div>1.4.99A</div><div>1.5.00A</div><div>1.5.01A</div><div>1.5.02A</div><div>1.5.03A</div><div>1.5.04A</div><div>1.5.05A</div><div>1.5.06A</div><div>1.5.07A</div><div>1.5.08A</div><div>1.5.09A</div><div>1.5.10A</div><div>1.5.11A</div><div>1.5.12A</div><div>1.5.13A</div><div>1.5.14A</div><div>1.5.15A</div><div>1.5.16A</div><div>1.5.17A</div><div>1.5.18A</div><div>1.5.19A</div><div>1.5.20A</div><div>1.5.21A</div><div>1.5.22A</div><div>1.5.23A</div><div>1.5.24A</div><div>1.5.25A</div><div>1.5.26A</div><div>1.5.27A</div><div>1.5.28A</div><div>1.5.29A</div><div>1.5.30A</div><div>1.5.31A</div><div>1.5.32A</div><div>1.5.33A</div><div>1.5.34A</div><div>1.5.35A</div><div>1.5.36A</div><div>1.5.37A</div><div>1.5.38A</div><div>1.5.39A</div><div>1.5.40A</div><div>1.5.41A</div><div>1.5.42A</div><div>1.5.43A</div><div>1.5.44A</div><div>1.5.45A</div><div>1.5.46A</div><div>1.5.47A</div><div>1.5.48A</div><div>1.5.49A</div><div>1.5.50A</div><div>1.5.51A</div><div>1.5.52A</div><div>1.5.53A</div><div>1.5.54A</div><div>1.5.55A</div><div>1.5.56A</div><div>1.5.57A</div><div>1.5.58A</div><div>1.5.59A</div><div>1.5.60A</div><div>1.5.61A</div><div>1.5.62A</div><div>1.5.63A</div><div>1.5.64A</div><div>1.5.65A</div><div>1.5.66A</div><div>1.5.67A</div><div>1.5.68A</div><div>1.5.69A</div><div>1.5.70A</div><div>1.5.71A</div><div>1.5.72A</div><div>1.5.73A</div><div>1.5.74A</div><div>1.5.75A</div><div>1.5.76A</div><div>1.5.77A</div><div>1.5.78A</div><div>1.5.79A</div><div>1.5.80A</div><div>1.5.81A</div><div>1.5.82A</div><div>1.5.83A</div><div>1.5.84A</div><div>1.5.85A</div><div>1.5.86A</div><div>1.5.87A</div><div>1.5.88A</div><div>1.5.89A</div><div>1.5.90A</div><div>1.5.91A</div><div>1.5.92A</div><div>1.5.93A</div><div>1.5.94A</div><div>1.5.95A</div><div>1.5.96A</div><div>1.5.97A</div><div>1.5.98A</div><div>1.5.99A</div><div>1.6.00A</div><div>1.6.01A</div><div>1.6.02A</div><div>1.6.03A</div><div>1.6.04A</div><div>1.6.05A</div><div>1.6.06A</div><div>1.6.07A</div><div>1.6.08A</div><div>1.6.09A</div><div>1.6.10A</div><div>1.6.11A</div><div>1.6.12A</div><div>1.6.13A</div><div>1.6.14A</div><div>1.6.15A</div><div>1.6.16A</div><div>1.6.17A</div><div>1.6.18A</div><div>1.6.19A</div><div>1.6.20A</div><div>1.6.21A</div><div>1.6.22A</div><div>1.6.23A</div><div>1.6.24A</div><div>1.6.25A</div><div>1.6.26A</div><div>1.6.27A</div><div>1.6.28A</div><div>1.6.29A</div><div>1.6.30A</div><div>1.6.31A</div><div>1.6.32A</div><div>1.6.33A</div><div>1.6.34A</div><div>1.6.35A</div><div>1.6.36A</div><div>1.6.37A</div><div>1.6.38A</div><div>1.6.39A</div><div>1.6.40A</div><div>1.6.41A</div><div>1.6.42A</div><div>1.6.43A</div><div>1.6.44A</div><div>1.6.45A</div><div>1.6.46A</div><div>1.6.47A</div><div>1.6.48A</div><div>1.6.49A</div><div>1.6.50A</div><div>1.6.51A</div><div>1.6.52A</div><div>1.6.53A</div><div>1.6.54A</div><div>1.6.55A</div><div>1.6.56A</div><div>1.6.57A</div><div>1.6.58A</div><div>1.6.59A</div><div>1.6.60A</div><div>1.6.61A</div><div>1.6.62A</div><div>1.6.63A</div><div>1.6.64A</div><div>1.6.65A</div><div>1.6.66A</div><div>1.6.67A</div><div>1.6.68A</div><div>1.6.69A</div><div>1.6.70A</div><div>1.6.71A</div><div>1.6.72A</div><div>1.6.73A</div><div>1.6.74A</div><div>1.6.75A</div><div>1.6.76A</div><div>1.6.77A</div><div>1.6.78A</div><div>1.6.79A</div><div>1.6.80A</div><div>1.6.81A</div><div>1.6.82A</div><div>1.6.83A</div><div>1.6.84A</div><div>1.6.85A</div><div>1.6.86A</div><div>1.6.87A</div><div>1.6.88A</div><div>1.6.89A</div><div>1.6.90A</div><div>1.6.91A</div><div>1.6.92A</div><div>1.6.93A</div><div>1.6.94A</div><div>1.6.95A</div><div>1.6.96A</div><div>1.6.97A</div><div>1.6.98A</div><div>1.6.99A</div><div>1.7.00A</div><div>1.7.01A</div><div>1.7.02A</div><div>1.7.03A</div><div>1.7.04A</div><div>1.7.05A</div><div>1.7.06A</div><div>1.7.07A</div><div>1.7.08A</div><div>1.7.09A</div><div>1.7.10A</div><div>1.7.11A</div><div>1.7.12A</div><div>1.7.13A</div><div>1.7.14A</div><div>1.7.15A</div><div>1.7.16A</div><div>1.7.17A</div><div>1.7.18A</div><div>1.7.19A</div><div>1.7.20A</div><div>1.7.21A</div><div>1.7.22A</div><div>1.7.23A</div><div>1.7.24A</div><div>1.7.25A</div><div>1.7.26A</div><div>1.7.27A</div><div>1.7.28A</div><div>1.7.29A</div><div>1.7.30A</div><div>1.7.31A</div><div>1.7.32A</div><div>1.7.33A</div><div>1.7.34A</div><div>1.7.35A</div><div>1.7.36A</div><div>1.7.37A</div><div>1.7.38A</div><div>1.7.39A</div><div>1.7.40A</div><div>1.7.41A</div><div>1.7.42A</div><div>1.7.43A</div><div>1.7.44A</div><div>1.7.45A</div><div>1.7.46A</div><div>1.7.47A</div><div>1.7.48A</div><div>1.7.49A</div><div>1.7.50A</div><div>1.7.51A</div><div>1.7.52A</div><div>1.7.53A</div><div>1.7.54A</div><div>1.7.55A</div><div>1.7.56A</div><div>1.7.57A</div><div>1.7.58A</div><div>1.7.59A</div><div>1.7.60A</div><div>1.7.61A</div><div>1.7.62A</div><div>1.7.63A</div><div>1.7.64A</div><div>1.7.65A</div><div>1.7.66A</div><div>1.7.67A</div><div>1.7.68A</div><div>1.7.69A</div><div>1.7.70A</div><div>1.7.71A</div><div>1.7.72A</div><div>1.7.73A</div><div>1.7.74A</div><div>1.7.75A</div><div>1.7.76A</div><div>1.7.77A</div><div>1.7.78A</div><div>1.7.79A</div><div>1.7.80A</div><div>1.7.81A</div><div>1.7.82A</div><div>1.7.83A</div><div>1.7.84A</div><div>1.7.85A</div><div>1.7.86A</div><div>1.7.87A</div><div>1.7.88A</div><div>1.7.89A</div><div>1.7.90A</div><div>1.7.91A</div><div>1.7.92A</div><div>1.7.93A</div><div>1.7.94A</div><div>1.7.95A</div><div>1.7.96A</div><div>1.7.97A</div><div>1.7.98A</div><div>1.7.99A</div><div>1.8.00A</div><div>1.8.01A</div><div>1.8.02A</div><div>1.8.03A</div><div>1.8.04A</div><div>1.8.05A</div><div>1.8.06A</div><div>1.8.07A</div><div>1.8.08A</div><div>1.8.09A</div><div>1.8.10A</div><div>1.8.11A</div><div>1.8.12A</div><div>1.8.13A</div><div>1.8.14A</div><div>1.8.15A</div><div>1.8.16A</div><div>1.8.17A</div><div>1.8.18A</div><div>1.8.19A</div><div>1.8.20A</div><div>1.8.21A</div><div>1.8.22A</div><div>1.8.23A</div><div>1.8.24A</div><div>1.8.25A</div><div>1.8.26A</div><div>1.8.27A</div><div>1.8.28A</div><div>1.8.29A</div><div>1.8.30A</div><div>1.8.31A</div><div>1.8.32A</div><div>1.8.33A</div><div>1.8.34A</div><div>1.8.35A</div><div>1.8.36A</div><div>1.8.37A</div><div>1.8.38A</div><div>1.8.39A</div><div>1.8.40A</div><div>1.8.41A</div><div>1.8.42A</div><div>1.8.43A</div><div>1.8.44A</div><div>1.8.45A</div><div>1.8.46A</div><div>1.8.47A</div><div>1.8.48A</div><div>1.8.49A</div><div>1.8.50A</div><div>1.8.51A</div><div>1.8.52A</div><div>1.8.53A</div><div>1.8.54A</div><div>1.8.55A</div><div>1.8.56A</div><div>1.8.57A</div><div>1.8.58A</div><div>1.8.59A</div><div>1.8.60A</div><div>1.8.61A</div><div>1.8.62A</div><div>1.8.63A</div><div>1.8.64A</div><div>1.8.65A</div><div>1.8.66A</div><div>1.8.67A</div><div>1.8.68A</div><div>1.8.69A</div><div>1.8.70A</div><div>1.8.71A</div><div>1.8.72A</div><div>1.8.73A</div><div>1.8.74A</div><div>1.8.75A</div><div>1.8.76A</div><div>1.8.77A</div><div>1.8.78A</div><div>1.8.79A</div><div>1.8.80A</div><div>1.8.81A</div><div>1.8.82A</div><div>1.8.83A</div><div>1.8.84A</div><div>1.8.85A</div><div>1.8.86A</div><div>1.8.87A</div><div>1.8.88A</div><div>1.8.89A</div><div>1.8.90A</div><div>1.8.91A</div><div>1.8.92A</div><div>1.8.93A</div><div>1.8.94A</div><div>1.8.95A</div><div>1.8.96A</div><div>1.8.97A</div><div>1.8.98A</div><div>1.8.99A</div><div>1.9.00A</div><div>1.9.01A</div><div>1.9.02A</div><div>1.9.03A</div><div>1.9.04A</div><div>1.9.05A</div><div>1.9.06A</div><div>1.9.07A</div><div>1.9.08A</div><div>1.9.09A</div><div>1.9.10A</div><div>1.9.11A</div><div>1.9.12A</div><div>1.9.13A</div><div>1.9.14A</div><div>1.9.15A</div><div>1.9.16A</div><div>1.9.17A</div><div>1.9.18A</div><div>1.9.19A</div><div>1.9.20A</div><div>1.9.21A</div><div>1.9.22A</div><div>1.9.23A</div><div>1.9.24A</div><div>1.9.25A</div><div>1.9.26A</div><div>1.9.27A</div><div>1.9.28A</div><div>1.9.29A</div><div>1.9.30A</div><div>1.9.31A</div><div>1.9.32A</div><div>1.9.33A</div><div>1.9.34A</div><div>1.9.35A</div><div>1.9.36A</div><div>1.9.37A</div><div>1.9.38A</div><div>1.9.39A</div><div>1.9.40A</div><div>1.9.41A</div><div>1.9.42A</div><div>1.9.43A</div><div>1.9.44A</div><div>1.9.45A</div><div>1.9.46A</div><div>1.9.47A</div><div>1.9.48A</div><div>1.9.49A</div><div>1.9.50A</div><div>1.9.51A</div><div>1.9.52A</div><div>1.9.53A</div><div>1.9.54A</div><div>1.9.55A</div><div>1.9.56A</div><div>1.9.57A</div><div>1.9.58A</div><div>1.9.59A</div><div>1.9.60A</div><div>1.9.61A</div><div>1.9.62A</div><div>1.9.63A</div><div>1.9.64A</div><div>1.9.65A</div><div>1.9.66A</div><div>1.9.67A</div><div>1.9.68A</div><div>1.9.69A</div><div>1.9.70A</div><div>1.9.71A</div><div>1.9.72A</div><div>1.9.73A</div><div>1.9.74A</div><div>1.9.75A</div><div>1.9.76A</div><div>1.9.77A</div><div>1.9.78A</div><div>1.9.79A</div><div>1.9.80A</div><div>1.9.81A</div><div>1.9.82A</div><div>1.9.83A</div><div>1.9.84A</div><div>1.9.85A</div><div>1.9.86A</div><div>1.9.87A</div><div>1.9.88A</div><div>1.9.89A</div><div>1.9.90A</div><div>1.9.91A</div><div>1.9.92A</div><div>1.9.93A</div><div>1.9.94A</div><div>1.9.95A</div><div>1.9.96A</div><div>1.9.97A</div><div>1.9.98A</div><div>1.9.99A</div><div>2.0.00A</div><div>2.0.01A</div><div>2.0.02A</div><div>2.0.03A</div><div>2.0.04A</div><div>2.0.05A</div><div>2.0.06A</div><div>2.0.07A</div><div>2.0.08A</div><div>2.0.09A</div><div>2.0.10A</div><div>2.0.11A</div><div>2.0.12A</div><div>2.0.13A</div><div>2.0.14A</div><div>2.0.15A</div><div>2.0.16A</div><div>2.0.17A</div><div>2.0.18A</div><div>2.0.19A</div><div>2.0.20A</div><div>2.0.21A</div><div>2.0.22A</div><div>2.0.23A</div><div>2.0.24A</div><div>2.0.25A</div><div>2.0.26A</div><div>2.0.27A</div><div>2.0.28A</div><div>2.0.29A</div><div>2.0.30A</div><div>2.0.31A</div><div>2.0.32A</div><div>2.0.33A</div><div>2.0.34A</div><div>2.0.35A</div><div>2.0.36A</div><div>2.0.37A</div><div>2.0.38A</div><div>2.0.39A</div><div>2.0.40A</div><div>2.0.41A</div><div>2.0.42A</div><div>2.0.43A</div><div>2.0.44A</div><div>2.0.45A</div><div>2.0.46A</div><div>2.0.47A</div><div>2.0.48A</div><div>2.0.49A</div><div>2.0.50A</div><div>2.0.51A</div><div>2.0.52A</div><div>2.0.53A</div><div>2.0.54A</div><div>2.0.55A</div><div>2.0.56A</div><div>2.0.57A</div><div>2.0.58A</div><div>2.0.59A</div><div>2.0.60A</div><div>2.0.61A</div><div>2.0.62A</div><div>2.0.63A</div><div>2.0.64A</div><div>2.0.65A</div><div>2.0.66A</div><div>2.0.67A</div><div>2.0.68A</div><div>2.0.69A</div><div>2.0.70A</div><div>2.0.71A</div><div>2.0.72A</div><div>2.0.73A</div><div>2.0.74A</div><div>2.0.75A</div><div>2.0.76A</div><div>2.0.77A</div><div>2.0.78A</div><div>2.0.79A</div><div>2.0.80A</div><div>2.0.81A</div><div>2.0.82A</div><div>2.0.83A</div><div>2.0.84A</div><div>2.0.85A</div><div>2.0.86A</div><div>2.0.87A</div><div>2.0.88A</div><div>2.0.89A</div><div>2.0.90A</div><div>2.0.91A</div><div>2.0.92A</div><div>2.0.93A</div><div>2.0.94A</div><div>2.0.95A</div><div>2.0.96A</div><div>2.0.97A</div><div>2.0.98A</div><div>2.0.99A</div><div>2.1.00A</div><div>2.1.01A</div><div>2.1.02A</div><div>2.1.03A</div><div>2.1.04A</div><div>2.1.05A</div><div>2.1.06A</div><div>2.1.07A</div><div>2.1.08A</div><div>2.1.09A</div><div>2.1.10A</div><div>2.1.11A</div><div></div></div>																		

[illegible]